Aus der Medizinischen Universitätsklinik Halle a. S.
Direktor: Professor Dr. Th. Brugsch.

# Die Beziehungen von Körpermaßen, Proportionen bzw. Indices auf die Vitalkapazität

---

## Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer hohen

Medizinischen Fakultät

an der

Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

**Gerhard Rohrwasser**
Assistenzarzt, Greiffenberg/Schlesien

Tag der Promotion: 26. Juni 1935

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A.G., Würzburg

Genehmigt durch die Medizinische Fakultät der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg

Berichterstatter: Prof. Dr. Th. Brugsch

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus „Zeitschrift für menschliche Vererbungs- und Konstitutionslehre“
Bd. 19, 4. Heft.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544723_0040

(Aus der Medizinischen Universitätsklinik Halle a. S.
Direktor: Prof. Dr. med. Th. Brugsch.)

# Die Beziehungen von Körpermaßen, Proportionen bzw. Indices auf die Vitalkapazität[1].

Von

G. Rohrwasser,

Assistenzarzt.

Mit 28 Textabbildungen.

*(Eingegangen am 1. Juli 1935.)*

## Inhaltsverzeichnis.

Seite

Allgemeiner Teil . . . . . 484—492
I. Einleitung . . . . . 484
II. Sinn und Aufgabe der vorliegenden Arbeit . . . . . 485
III. Die verwandten Körpermaße, Proportionen bzw. Indices . . . . . 486
IV. Die Technik der graphischen Darstellungen . . . . . 487
V. Die verwandten Formeln zur Berechnung der Normal-Vitalkapazität . 489
VI. Die Gruppierung der Messungen . . . . . 490
VII. Die Berechnungen zur Bestimmung des Normbegriffes . . . . . 491
VIII. Technisches . . . . . 491
Spezieller Teil . . . . . 492—520
I. Brustumfang, Atemweite, proportioneller Brustumfang und Exkursionsindex des Thorax . . . . . 492
II. Index Kruse und Index Pignet . . . . . 498
III. Thorakalindex nach Martin und nach eigener Konstruktion . . . . 501
IV. Körpergewicht . . . . . 503
V. Index Kaup und Index Rohrer . . . . . 507
VI. Körperoberfläche . . . . . 511
VII. Körpergröße . . . . . 513
VIII. Index der Schulterbreite . . . . . 516
IX. Zusammenstellung der nach den Formeln berechneten Werte der Vitalkapazität . . . . . 517
X. Die Volumina der Vitalkapazität im Stehen, Sitzen und Liegen . . . 519
XI. Der prozentuale Anteil der Thoraxformen . . . . . 520
XII. Zusammenhang zwischen unterer Atmung und Rippenbogenbewegung 520

## Allgemeiner Teil.

### I. Einleitung.

Die Bestimmung der Größe der Vitalkapazität (V.K. genannt) bedeutet immer noch ein wichtiges Maß der Leistungsfähigkeit der Atmung bei Gesunden und Kranken.

Bekanntlich ist die V.K. die Summe der Respirations-, Komplementär- und Reserveluft, sie besteht also aus einem inspiratorischen und exspiratorischen Faktor, d. h., die V.K. ist die Summe der maximalen Einatmung und Ausatmung. Eine Verminderung der normalen Größe der V.K. wird durch eine Störung im Bereich

[1] Dissertation der Medizinischen Fakultät der Universität Halle.

der inspiratorischen oder exspiratorischen Kräfte oder beider zusammen bewirkt. Unter diesen Kräften ist die Bewegung des Thorax, die Zwerchfelltätigkeit und die Funktion der Bauchmuskulatur zu verstehen.

In der Atmungspathologie ist die Verwendung der V.K. sehr groß (Jansen und Knipping), bei den verschiedensten Lungenerkrankungen ist ihr Verhalten von Wichtigkeit, in der Gutachtertätigkeit des Arztes (Brugsch) und in der Sportmedizin hat die Messung der V.K. vielseitige Anwendung gefunden (Gaisböck[1]).

Es ist angebracht festzustellen, wie hoch überhaupt die normalen Werte der V.K. bei Männern und Frauen sind.

Die *Angaben in der Literatur* darüber sind verschieden. Dabei ist zu beachten, daß die Größe der V.K. von dem Maß der körperlichen und sportlichen Betätigung, sofern sie einen fördernden Einfluß auf die Atmung besitzt, abhängig ist. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß Berufsarten wie Heeresangehörige, Polizisten, Feuerwehrleute, Sportsleute, Studenten und Arbeiter Höchstwerte der V.K. liefern müssen. Besonders Dreyer hat darauf hingewiesen. Für Studenten (20—25 Jahre) wurden mittlere Werte der V.K. von 3,6—4,85 Liter gefunden, je nach Körpergröße und Sportstüchtigkeit (Arnold, Rainoff, Duras, Astel, Jung). Worringen (Was muß der Arzt von den Leibesübungen wissen? München: J. F. Lehmann 1927) macht eine interessante Aufstellung von der Zunahme der V.K. bei einzelnen Sportarten, zum Beispiel: Schwerathleten 3,95 Liter, Fußballspieler 4,2 Liter, Geräteturner 4,3 Liter, Leichtathleten 4,75 Liter, Schwimmer 4,9 Liter und Ruderer 5,45 Liter. Besonders wichtig sind aber Normalwerte der V.K. für Männer und Frauen bis zu 50 Jahren aus allen Berufen und ohne wesentliche sportliche Betätigung. Sie betragen zum Beispiel nach Rohrer für Männer: 3,0—4,0 Liter für Frauen: 2,0—3,0 Liter, nach Arnold für Männer: 3,5—3,75 Liter, nach Monoldi für Männer: 3,7 Liter, für Frauen: 3,2 Liter, nach Bohr für Männer: 4,0 Liter, nach Brugsch für Männer: 4,0—4,5 Liter (2,5—5,5 Liter), für Frauen: 1,8 bis 3,5 Liter. Weiterhin gibt Brugsch an, daß die V.K. bei Männern von 50—70 Jahren zwischen 2,0—4,5 Liter, bei Frauen der gleichen Altersgruppe zwischen 1,0 bis 3,0 Liter, bei Männern über 70 Jahre zwischen 1,5—3,0 Liter und bei Frauen zwischen 1,0—2,0 Liter liegt. Nach Levy beträgt die V.K. bei Männern von 60 bis 94 Jahren 2,7 Liter, bei Frauen gleichen Alters 1,7 Liter.

Die Ergebnisse meiner Messungen werden im speziellen Teil angeführt.

## II. Sinn und Aufgabe der vorliegenden Arbeit.

Seitdem die Bestimmung der V.K. in die Medizin eingeführt ist, hat man mehr und mehr Beziehungen zwischen V.K. und Körpermaßen Proportionen bzw. Indices festgestellt. Mit Hilfe von den Körpermaßen sind sogar Formeln konstruiert worden, um rechnerisch die Größe der normalen V.K. bestimmen zu können. Die errechneten Beträge der V.K. liegen im Bereich der oben angeführten Normal-Vitalkapazität für Männer und Frauen bis zu 50 Jahren. Die Werte der durch meine Messungen gefundenen V.K. sind aber meistens wesentlich höher als die nach den Formeln errechneten Größen der V.K. Bei 247 gesunden Männern und 74 gesunden Frauen habe ich die V.K. im Liegen, Sitzen und Stehen

[1] Gaisböck: Wien. klin. Wschr. **1931 II** (Wachholder).

gemessen. Außerdem wurden umfangreiche Thoraxmessungen vorgenommen. Die eigentliche Aufgabe der Arbeit aber beruht auf der Ermittlung derjenigen Körpermaße, Proportionen und Indices, die in einem derartigen Verhältnis zur V.K. stehen, daß sie geeignet sind, einen Normalverlauf der V.K. zu geben. Zur Erkennung dieser Beziehung erwies sich die graphische Darstellung als vorteilhaft [1].

### III. Die verwandten Körpermaße, Proportionen bzw. Indices.

Sie werden in der Reihenfolge hier angeführt, wie sie im speziellen Teil an Hand der Kurvendarstellungen besprochen werden.

*1. Der Ruhebrustumfang* (nach Martin) gemessen in Zentimeter. Das Stahlbandmaß muß bei herabhängenden Armen hinten unter den Schulterblätterwinkeln, seitlich in der mittleren Axillarlinie in Höhe der Mitte der 7. Rippe und vorn am Sternum in Höhe der Mitte des 4. Rippenknorpelansatzes liegen. In der Mamillarlinie befindet es sich dabei bei Männern kurz oberhalb der Brustwarze, bei Frauen meist am Brustansatz, eventuell muß hier bei nicht gesenkter Brust das Bandmaß etwas höher gerückt werden.

*2. Die Atemweite.* Maße in Zentimeter. Sie bezeichnet die Differenz zwischen dem Brustumfangswerte bei tiefster Einatmung und Ausatmung.

*3. Der proportionelle Brustumfang* (nach Brugsch). Er bezeichnet das Verhältnis von dem Brustumfang bei Exspiration (in Zentimeter) · 100 zur Körpergröße (in Zentimeter). Bei meinen Messungen habe ich aber den Ruhebrustumfang zugrunde gelegt, so daß die Gleichung folgendermaßen lautet:

$$\text{Proportioneller Brustumfang} = \frac{\text{Ruhebrustumfang} \cdot 100}{\text{Körpergröße}}.$$

*4. Der Exkursionsindex des Thorax* (nach Brugsch). Man versteht darunter das Verhältnis des Brustumfanges bei der Exspiration (in Zentimeter) · 100 zum Brustumfang bei der Inspiration (in Zentimeter). Demnach:

$$\text{Exkursionsindex des Thorax} = \frac{\text{Brustumfang bei Exspiration} \cdot 100}{\text{Brustumfang bei Inspiration}}.$$

*5. Index nach* Kruse. Er bezeichnet die Proportion des Ruhebrustumfanges in der 2. Potenz zur Körpergröße. Beide Maße in Zentimeter gerechnet.

$$\text{Index Kruse} = \frac{\text{Ruhebrustumfang}^2}{\text{Körpergröße}}.$$

*6. Index nach* Pignet (Verwäck). In die Proportion von Ruhebrustumfang (in Zentimeter) und Körpergröße (in Zentimeter) wird noch das Körpergewicht, nach Kilogramm gemessen, gebracht, so daß der Index lautet:

$$\text{Index Pignet} = \frac{(\text{Gewicht} + \text{Ruhebrustumfang}) \cdot 100}{\text{Körpergröße}}.$$

*7 a) Thorakalindex* (nach Martin). Dieser Index umfaßt den mit dem Tasterzirkel gemessenen queren oder transversalen und den geraden oder sagittalen Brustdurchmesser. Unter transversalem Brustdurchmesser versteht man hier die geradlinige Entfernung der beiden am meisten ausgeladeten Rippenpunkte. So gut wie immer handelt es sich dabei um die Rippenbögen. Der sagittale Brustdurchmesser ist die geradlinige Entfernung der Brustbeinmitte von der Wirbelsäule. Beide Maße werden bei ruhiger Atmung abgenommen und in Zentimeter gerechnet. Demnach schreibt man den Index:

[1] Aus technischen Gründen konnten die graphischen Darstellungen nicht vollzählig abgebildet werden, sie sind aber im Text sämtlich erwähnt; dadurch erklärt sich die nicht fortlaufende Numerierung.

$$\text{Thorakalindex} = \frac{\text{Sagittaler Brustdurchmesser} \cdot 100}{\text{Transversalen Brustdurchmesser}}.$$

*7 b) Thorakalindex* (eigene Angabe). Von dem Gedanken ausgehend, die Brustumfangsmessung und die Brustdurchmesser möglichst in die gleiche Ebene zu bringen, habe ich den sagittalen Brustdurchmesser so gewählt, daß er die geradlinige Entfernung von der Mitte des 4. Rippenknorpelansatzes am Sternum zur Wirbelsäule darstellt. Der transversale Brustdurchmesser bildet den horizontalen Abstand der Mitte der beiden 7. Rippen in der mittleren Axillarlinie, was auf das Sternum bezogen, der Höhe der Mitte des 4. Rippenknorpelansatzes entspricht. Tatsächlich fallen auf diese Weise die Ebenen des Brustumfanges (nach der Martinschen Methode gemessen) und die Brustdurchmesser so gut wie völlig zusammen. Der Index lautet demnach:

$$\text{Thorakalindex} = \frac{\text{Sagittaler Brustdurchmesser} \cdot 100}{\text{Transversalen Brustdurchmesser}}.$$

*8. Das Körpergewicht,* gemessen nach Kilogramm.

*9. Index nach* Kaup oder Querschnitt-Längenindex. Er stellt das Verhältnis von dem rechnerischen (ideellen) Querschnitt ($Qu$) zur Körperlänge ($l$) dar: $\frac{Qu}{l}$. Da aber der Querschnitt: das Körpergewicht, gerechnet in Gramm ($p$), dividiert durch die Körperlänge, gerechnet in Zentimeter, ist, also $\frac{Qu = p}{l}$, so kann durch Einsatz der Index auch so lauten: $\frac{p}{l^2}$. In dieser Form wurde der Index bereits von Quetelet angegeben.

$$\text{Index Kaup (Quetelet)} = \frac{\text{Körpergewicht}}{\text{Körperhöhe}^2}.$$

*10. Index nach* Rohrer oder Index der Körperfülle. Der Unterschied gegenüber dem Kaupschen Index besteht darin, daß es sich hier um die Beziehung von Körpergewicht, gerechnet in Gramm, · 100 zur Körperlänge in der 3. Potenz, gerechnet in Zentimeter, handelt.

$$\text{Index Rohrer} = \frac{\text{Körpergewicht} \cdot 100}{\text{Körperhöhe}^3}.$$

*11. Die Körperoberfläche,* gemessen nach Quadratmetern (qm). Zur Berechnung der Körperoberfläche sind von du Bois 2 Formeln angegeben.

1. Die große Formel: Körperoberfläche = Gewicht (kg) $^{0,425}$ · Körpergröße (cm) $^{0,725}$ · 71,84.

2. Die vereinfachte Formel: Körperoberfläche = Gewicht (kg) · Körpergröße (cm) · 167,2.

Ich habe die 2. Formel benutzt. Das Ergebnis in Quadratzentimetern muß auf Quadratmeter umgerechnet werden.

*12. Die Körpergröße,* gerechnet in Zentimeter.

*13. Der Index der Schulterbreite* (nach Brugsch). Er ist das Verhältnis von Schulterbreite (in Zentimeter) · 100, zur Körpergröße (in Zentimeter), also Index der Schulterbreite $= \frac{\text{Schulterbreite} \cdot 100}{\text{Körpergröße}}$. Unter Schulterbreite versteht man „die mit dem Tasterzirkel gemessene geradlinige Entfernung der beiden Akromionpunkte".

## IV. Die Technik der graphischen Darstellungen.

Wie schon erwähnt, habe ich das Verhältnis zwischen einem der genannten Körpermaße und der durch Messungen gewonnenen V.K. jeweils als *Kurve* graphisch dargestellt.

Zu dem Zwecke habe ich in einem Koordinatensystem auf der Abszisse das jeweilige Körpermaß in zunehmenden Größen von links nach rechts aufgetragen. Auf der Ordinate finden sich die von unten nach oben ansteigenden Werte der V.K. Man bestimmt nun die entsprechenden Größen auf der Ordinate und der Abszisse und verbindet beide durch 2 rechtwinklig zueinander stehende Koordinaten. Der Schnittpunkt beider Koordinaten ergibt den gewünschten Punkt. Es ist selbstverständlich, daß infolge der Variation der zueinander in Beziehung gesetzten Größen der Körpermaße und der V.K. die konstruierten Punkte sehr verstreut in dem Koordinatensystem liegen können. Je konstanter aber die Verhältnisse zwischen Körpermaßen und V.K. sind, um so mehr rücken die Punkte aufeinander zu in dem Bestreben, eine Kurve zu bilden. Bei überaus zahlreich vorgenommenen Messungen wäre es infolge der geringen Streuungsbreite und der dadurch bedingten Ansammlung von Punkten annähernd möglich, die rohe Gestalt der Kurve zu erkennen. In dem vorliegenden Falle ist aber die Kurve durch Berechnung des arithmetischen Mittels aller auf den einzelnen Koordinaten liegenden Punkte konstruiert, wobei aber im Bereich des noch zu besprechenden „Normfeldes" eine deutliche Punktansammlung bereits zu beobachten war.

In das Koordinatensystem habe ich noch als horizontale Linie (- - - -) das arithmetische Mittel (M) der gemessenen V.K. einer Altersgruppe, zugleich mit der positiven und negativen doppelten stetigen Abweichung ($\pm 2\sigma$), diese als schwarze Linie, eingetragen. Vertikal gestrichelt ist das arithmetische Mittel der vorliegenden Größen des Körpermaßes, ebenfalls mit der Abweichung $\pm 2\sigma$ (in schwarzen Linien dargestellt). Auf diese Weise kommt ein rechtwinkliges Feld zustande, das den Bereich der Norm umfaßt, da bekanntlich für Messungsergebnisse das als normal gilt, was in dem Abstande $\pm 2\sigma$ vom arithmetischen Mittel liegt. Das „Normfeld" ist in die graphischen Darstellungen der Männer eingezeichnet, bei den Frauen finden sich, wegen der geringeren Anzahl der Messungen, nur die beiden gestrichelten Linien der arithmetischen Mittel.

Ich weise darauf hin, daß die Ausdehnungsweise meiner Normwerte eines Körpermaßes, eines Index oder der V.K. natürlich von dem Zahlenergebnis der von mir gemessenen Männer und Frauen und der Anzahl der Messungen abhängt. Man kann deshalb diese Normalwerte nur als relative verwerten. Anerkannte Zahlen bestimmter Wuchsformen, wie sie aus der Konstitutionslehre bekannt sind, bleiben davon unberührt. Die Markierung des Normbereiches erfolgte nur aus dem Grunde, um die Beziehung meiner Werte eines Körpermaßes usw. zur Körpergestalt (Habitus) darzustellen. Man unterscheidet ja bekanntlich einen schmalen, mittleren bzw. normalen und breiten Typus des Habitus. Zur Bestimmung dieser Typen genügen nach Ansicht der Deutschen Schule die 3 Fundamentalmaße des Brustumfanges, der Körperlänge und des Körpergewichtes, während die Italienische Schule (Viola) noch das Rumpf-Gliederverhältnis dazu nimmt und folgende Typen unterscheidet: Normo-, Myxo-, Brachy-, Longitypus. Da nun bei den behandelten Proportionen und Indices mindestens 2 der Fundamentalmaße ihre Anwendung finden, habe ich gewagt, eine Klassifikation der durch meine Messungen erbrachten Werte in die 3 Körpergestaltstypen vorzu-

nehmen. Die Beziehung zwischen V.K., Größe und Konstitutionstyp ist erfahrungsgemäß die, daß die V.K. im allgemeinen beim normalen Typus ihren Höhepunkt besitzt. Niedrigere Werte der V.K. bestehen meist beim schmalen und breiten Typus, beim ersteren Typ mit aufsteigender, beim letzteren Typ mit abfallender Tendenz. Mit einem Fundamentalmaß allein kann natürlich die Habitusgestaltung nicht beurteilt werden.

Worauf beruht nun die Eigenart der in dem Koordinatensystem entstandenen Kurve? Es könnte doch die Kennzeichnung der Linie der mittleren V.K., zugleich mit den Grenzlinien $\pm 2\sigma$ genügen, um die Größe der gemessenen V.K. zu demonstrieren. Diese Annahme ist aber nicht richtig, man bekäme so nur einen starren Durchschnittszahlenwert der V.K., der auch nur auf einen Durchschnittswert des betreffenden Körpermaßes bezogen werden könnte. In der Darstellung der Kurve aber besitzen wir die Möglichkeit, für jeden einzelnen Wert eines Körpermaßes usw. die entsprechende mittlere V.K. abzulesen. Ein mit der Größenzunahme des Körpermaßes zunehmendes Verhältnis zwischen V.K. und diesem Maß bedingt demnach einen ständig ansteigenden Kurvenverlauf. Solche Beziehungen sind aber nur bei dem normalen Konstitutionstyp und in jüngeren Jahren zu verwerten. Oft, besonders in den mittleren Jahren, ist die Kurvenrichtung eine horizontale, im höheren Alter sogar eine abfallende. Die Brauchbarkeit eines Körpermaßes im Verhältnis zur V.K. ist demnach in den einzelnen Altersgruppen verschieden und der Begriff der normalen V.K. ist wechselnd begrenzt.

Aus Gründen der Praktischkeit beginnt in den graphischen Darstellungen die Skala der V.K. nicht bei 0 Liter, auch ist die ganze Variationsbreite eines Maßes oder einer Proportion nicht aufgezeichnet. Die Kurven beginnen erst an dem Punkt, wo genügend Messungen vorlagen, sie enden in diesem Sinne auch früher als die Wertangaben.

## V. Die verwandten Formeln zur Berechnung der normalen V.K.

Die Formeln werden in der Reihenfolge angeführt, wie sie im speziellen Teil besprochen werden.

1. Die Bestimmung der V.K. mit Hilfe der sog. Brust- und Lungenvolumina, nach Lundsgaard und van Slyke. Die „Brustvolumina" sind die Produkte aus den Höhen-, Tiefen- und Breitenmaßen des Thorax in verschiedenen Respirationslagen. Erforderliche Maße dazu sind:

a) Die Höhe des Brustkorbes = Länge des Sternums.

b) Die Tiefe des Brustkorbes = horizontaler Abstand von der Mitte des Sternums (Insertionsstelle der III. Rippe) zur Wirbelsäule.

c) Die Breite des Brustkorbes = horizontaler Abstand zwischen den beiden Schnittpunkten der mittleren Axillarlinie mit den VI. Rippen.

Alle Maße werden in Zentimeter gerechnet. Die Maße $b + c$ werden in der Ruhestellung des Brustkorbes, bei der maximalen Inspiration und bei der maximalen Exspiration abgenommen. Dann ist zum Beispiel das Ruhe-Brustvolumen = Sternallänge · Thorax-Tiefendurchmesser in der Ruhe · Thorax-Breitendurchmesser in der Ruhe. Hat man so die 3 Brustvolumina errechnet, bekommt man die erforderlichen „Lungenvolumina" auf folgende Weise: Lundsgaard und van Slyke

haben festgestellt, daß zwischen den Lungenvolumina und Brustvolumina recht konstante Verhältnisse bestehen. So verhält sich:

$$\text{Das Ruhe-Lungenvolumen} = \frac{\text{Ruhe-Brustvolumen} \cdot 40{,}3}{100}.$$

$$\text{Das Inspirations-Lungenvolumen} = \frac{\text{Inspirations-Brustvolumen} \cdot 55{,}7}{100}.$$

$$\text{Das Exspirations-Lungenvolumen} = \frac{\text{Exspirations-Brustvolumen} \cdot 18{,}3}{100}.$$

Die V.K. (in Kubikzentimeter) ergibt sich nunmehr durch Abstraktion des Exspirations-Lungenvolumens vom Inspirations-Lungenvolumen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen der V.K. finden sich im speziellen Teil vor.

2. Formel nach Piolti: Vitalkapazität (ccm) = [Ruhebrustumfang (cm) · 30] + 1175.

3. Formel nach Brugsch: a) für Männer: Vitalkapazität (ccm) = (Körperhöhe — 100) · $\frac{\text{Ruhebrustumfang} \cdot 100}{\text{Körpergröße}}$.

b) für Frauen:

$$\text{Vitalkapazität (ccm)} = (\text{Körperhöhe} - 110) \cdot \frac{\text{Ruhebrustumfang} \cdot 100}{\text{Körpergröße}}.$$

4. Formel nach Hewlett Jackson: Vitalkapazität (ccm) = [Körpergröße (cm) · 50] — 4 400.

5. Formel nach Myers — Le Roy — Maeder: Vitalkapazität (ccm) = [Körpergröße (cm) · 63] — 6 655.

6. Formel nach Piolti: Vitalkapazität (ccm) = [Körperoberfläche (qm) · 2950] — 1000.

7. Berechnung der Soll-Vitalkapazität aus dem Soll-Grundumsatz nach Knipping.

Die Höhe des Soll-Grundumsatzes in Kalorien läßt sich aus den bekannten Knippingschen Tabellen bestimmen, und zwar aus der Summe des sog. Faktors für das Körpergewicht und des Faktors für Alter und Körperlänge. Die gefundene Kalorienzahl des Soll-Grundumsatzes wird in folgende Formel eingesetzt:

$$\text{Soll-Vitalkapazität} = \frac{\text{Soll-Grundumsatz (Kal.)} \cdot 16{,}261}{7{,}07}.$$

Das Ergebnis der Soll-Vitalkapazität in Kubikmillimeter wird auf Kubikzentimeter oder Liter umgerechnet.

## VI. Die Gruppierungen der Messungen.

Über die Auswahl und Gruppeneinteilung der gemessenen gesunden 247 Männer und 74 Frauen ist folgendes zu sagen. Eine Beachtung des Berufes und körperlicher (sportlicher) Betätigung oder Nichtbetätigung ist von mir nicht vorgenommen worden, so daß also die Messungen aus allen Bereichen stammen und somit wirklichen Mittelwerten entsprechen. Bei den Männern habe ich in der Gruppe 21—25 Jahre durch die gleichzeitige Messung von mehreren Studenten eine um etwa 0,2 Liter höhere V.K. bekommen, als sonst bei allgemeinem Material zu erwarten wäre. Deshalb wurde diese Gruppe für die graphischen Darstellungen mit den Jahrgängen 18—20 Jahre vereinigt, um nicht das Bild des biologischen Anstieges der V.K. zu stören.

Die *Männer* habe ich zum Zwecke der Messungen und Berechnung der Formeln, Proportionen und Indices in folgende *Altersgruppen* eingeteilt:

| | |
|---|---|
| 1. 14—17 Jahre | 7. 41—45 Jahre |
| 2. 18—20 „ | 8. 46—50 „ |
| 3. 21—25 „ | 9. 51—55 „ |
| 4. 26—30 „ | 10. 56—60 „ |
| 5. 31—35 „ | 11. 61—72 „ |
| 6. 36—40 „ | |

Bei den *Frauen* sind folgende Altersgruppen unterschieden:

| | |
|---|---|
| 1. 18—20 Jahre | 4. 31—35 Jahre |
| 2. 21—25 „ | 5. 36—40 „ |
| 3. 26—30 „ | 6. 41—55 „ |

Bei der *Aufstellung der graphischen Darstellungen* ist aber eine andere Einteilung gewählt worden: und zwar sind die *Männer* in 3 große Gruppen und eine kleine untergeteilt.

Eine große Gruppe enthält immer 13 graphische Darstellungen, nämlich jeweils die 13 oben angeführten Körpermaße und Proportionen.

Die 3 großen Gruppen umfassen:

1. die Jahrgänge 18—25 Jahre
2. „ „ 26—35 „
3. „ „ 36—50 „

Zahlenmäßig sind die Gruppen ungefähr gleich stark.

4. Die Gruppe 51—72 Jahre enthält graphische Darstellungen nur von den Körpermaßen und Proportionen Nr. 1, Nr. 8, Nr. 9 und Nr. 12.

Die *Frauen* konnte ich in den Jahrgängen

18—55 Jahre

für jeweils eine graphische Darstellung der 13 Körpermaße usw. zusammenfassen.

## VII. Die Berechnungen zur Bestimmung des Normbegriffes.

Ich habe folgende Werte bei den *Männern* berechnet:

1. Arithmetisches Mittel ($M$) oder Mittelwert. 2. Variationsbreite ($V$). 3. Die stetige Abweichung vom Mittelwert ($= \sigma$) oder mittlere quadratische Abweichung. 4. Die doppelte stetige Abweichung vom Mittelwert ($= 2\sigma$). Damit wird der Bereich der Norm bestimmt: $M + 2\sigma$ und $M - 2\sigma$. 5. Den Variationskoeffizienten ($v$).

Da die Anzahl der *Frauen* (74 Messungen) etwas gering ist, um verhältnismäßig sichere Werte für die stetige Abweichung zu bekommen, habe ich hier auf deren Berechnung verzichtet. Demnach sind bei den Frauen folgende Angaben gemacht: 1. Mittelwert. 2. Variationsbreite.

## VIII. Technisches.

Zum Schluß des allgemeinen Teiles muß ich noch einige technische Kleinigkeiten anführen:

Um die wahre Größe der mit dem Spirometer gemessenen V.K., also die in der Lunge bei 37° C enthalten gewesene Luftmenge, zu erfahren, mußte eine Umrechnung sämtlicher gemessener Werte der V.K. nach folgender Formel vorgenommen werden:

$$\text{Luftvolumen bei } 37^\circ\text{C} = V \cdot \frac{(p - e) \cdot (37 - t) \cdot (1 + \alpha)}{(p - e_1)}.$$

Es bedeutet:

$V$ das abgelesene Volumen, $p$ jeweiliger Barometerstand (mm/Hg), $e$ Wasserdampftension bei Zimmertemperatur, $e_1$ Wasserdampftension bei 37° C, $t$ Zimmertemperatur, $a$ Ausdehnungskoeffizient der Gase.

Zur Messung der V.K. habe ich das Spezialspirometer *Eppal* (Firma Gebr. Lappe, Essen) benutzt. Das Prinzip des Apparates ist höchst einfach: Es wird eine Gummiblase mit der Ausatmungsluft gefüllt. Das Aufsteigen der Blase wird an einer Skala beobachtet.

Die V.K. wurde bei einem Versuch meist 2mal kurz hintereinander im Stehen, Sitzen und Liegen gemessen. Bei einer großen Anzahl wurde dieser Versuch nach einigen Tagen wiederholt mit dem Erfolge einer Steigerung der V.K. von 0,1 bis 0,3 Liter, vereinzelt noch mehr. Es sind immer nur die Höchstwerte in der Arbeit verwendet worden.

Von der Angabe, die Versuchsperson müsse mit verschlossener Nase in den Apparat ausatmen, habe ich nicht oft Gebrauch gemacht, da ich keine unterschiedlichen Werte bekam. Dagegen habe ich immer empfohlen, anfangs langsam, zum Schluß aber mit ständig steigender Geschwindigkeit, unter intensiver Anspannung der Bauchmuskulatur auszuatmen. Es ließen sich dadurch höhere Werte der V.K. erzielen. Überhaupt muß die Versuchsperson zum Erlangen befriedigender Werte der V.K. eine gewisse Technik in der Ein- und Ausatmung besitzen, d. h., sie muß verstehen, die dazu geschaffene Muskulatur auch dazu zu benutzen. Der häufigste Fehler ist der, daß beim Manne die Zwerchfellatmung zu wenig unter Zuhilfenahme der Bauchmuskulatur erfolgt und dadurch niedrigere Werte der V.K. bedingt werden. Die Frau gebraucht ja normal mehr die obere Brustkorbatmung. Eine gute Kontrolle über die Benutzung der unteren Atmung besitzt man in der Prüfung des beiderseitigen Rippenbogenausschlages mit der Atmung.

## Spezieller Teil.

### I. Brustumfang, Atemweite, proportioneller Brustumfang und Exkursionsindex des Thorax.

Von jeher bildet der Brustumfang zusammen mit der Atemweite ein wichtiges Maß in der Konstitutionslehre.

Gleichfalls wird die Bedeutung der Beziehung des Brustumfanges zur V.K. allerseits angeführt (Arnold, Dreyer, Piolti, Pignet, Kruse, Brugsch). Die V.K. ist in großem Maße davon abhängig, wie sehr man die Größe des Brustraumes verändern, also den knöchernen Brustraum bewegen kann. Die Größe der V.K. ist also ein Ausdruck für das Vermögen der exspiratorischen und inspiratorischen Kräfte, was von Brugsch durch den sog. *Exkursionsindex* zahlenmäßig ausgedrückt wird. Hierbei ist aber zu beachten, daß wir in dem Exkursionsindex einen Index ganz besonderer Art besitzen. Es gehen nämlich hohe Werte mit einer niedrigen V.K. und niedrige Werte des Index mit einer hohen V.K. einher. Hohe Indexwerte, zum Beispiel über 93, entstehen nur bei einer geringen Differenz zwischen Exspirations- und Inspirations-Brustumfang, sie veranschaulichen also eine schwache Brustkorbbewegung. Umgekehrt kennzeichnen Werte unter 93 eine ausgiebige Thoraxausdehnung. 1917 wurde von Brugsch der Begriff des *proportionellen Brustumfanges* in die Konstitutionslehre eingeführt. Brugsch hat auch eine Klassifizierung des proportionellen Brustumfanges bei Männern und Frauen vorgenommen. Er unterschied für beide Geschlechter Engbrüstige mit einem proportionellen Brustumfang unter 50,0, Mittelbrüstige mit einem Wert von 50,0—55,0 und Weitbrüstige über 55,0. Da die Werte von Brugsch sich auf den Exspirations-Brustumfang beziehen, müssen sie bei Verwendung des Ruhebrustumfanges, den ich in dieser Arbeit benutzt habe, um 1% erhöht werden.

Mittelbrüstige Männer und Frauen besitzen dann einen proportionellen Brustumfang von 51,0—56,0.

Ich gebe hier eine Aufstellung der an Hand meiner Messungen errechneten Mittelwerte des Brustumfanges, des proportionellen Brustumfanges, der Atemweite und des Exkursionsindex des Thorax innerhalb verschiedener Altersgruppen bei Männern und Frauen wieder. Es wird in den Tabellen die gemessene V.K. mit angeführt.

Tabelle 1. Männer.

| | Lebensalter | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14—17 | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 51—55 | 56—60 | 61—72 |
| Brustumfang (cm) | 81,1 | 88,8 | 89,9 | 92,5 | 92,3 | 89,0 | 92,9 | 94,3 | 87,6 | 90,2 | 91,6 |
| Proportioneller Brustumfang | 50,9 | 52,6 | 52,4 | 54,1 | 53,5 | 54,8 | 55,5 | 54,8 | 55,5 | 55,3 | 56,2 |
| Atemweite (cm) | 6,7 | 6,7 | 8,3 | 7,2 | 7,2 | 6,6 | 6,3 | 6,0 | 5,2 | 5,3 | 4,8 |
| Exkursions-Index | 92,1 | 92,6 | 91,3 | 92,6 | 92,9 | 92,9 | 93,6 | 93,9 | 94,5 | 93,4 | 94,6 |
| V.K. (Liter) | 3,6 | 4,2 | 4,7 | 4,5 | 4,6 | 3,9 | 3,85 | 4,0 | 3,65 | 3,65 | 3,2 |

Man kann eine Zunahme des Brustumfanges bis zum Jahrgang 46—50 feststellen, danach beginnt ein allmählicher Abfall. Der Höhepunkt der Atemweite wird in dem 21.—25. Jahre erreicht, danach ständiger Abfall bis fast zur Hälfte des Wertes in dem 61.—72. Jahr. Der Abfall beginnt mit dem stärkeren Ansteigen des proportionellen Brustumfanges. Es sei hier angeführt, daß die mittlere Atemweite im mittleren Mannesalter nach Rainoff 8,85 cm beträgt. Der proportionelle Brustumfang steigt ständig an, allerdings vom 30. Jahre ab langsamer. Ein besonderes Verhalten zeigt der Exkursionsindex, der vom 14.—40. Jahr infolge der guten Brustkorbbeweglichkeit nur gering an Größe zunimmt und in der Altersgruppe 21—25 Jahre, der Gruppe mit der höchsten Atemweite, den niedrigsten Wert von 91,3 besitzt. Vom 40. Lebensjahr an steigt der Index stärker an, da die Exkursionsfähigkeit des Thorax von diesem Jahr ab ständig abnimmt.

Tabelle 2. Frauen.

| | Lebensalter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—55 |
| Brustumfang (cm) . . . . | 82,4 | 84,1 | 84,8 | 85,5 | 87,3 | 90,5 |
| Proportioneller Brustumfang | 50,8 | 52,2 | 53,3 | 53,5 | 55,9 | 56,4 |
| Atemweite (cm) . . . . . | 4,9 | 6,0 | 5,2 | 5,0 | 4,8 | 4,7 |
| Exkursionsindex . . . . . | 93,4 | 94,4 | 94,1 | 94,3 | 94,7 | 95,1 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 3,3 | 3,45 | 3,55 | 2,95 | 2,90 | 2,90 |

Rott hat durch Messungen des Brustumfanges an 1150 Frauen (Turnfest 1923, München), d. h. an Turnerinnen bis zum 30. Lebensjahr, einen

Mittelwert von 84,1 festgestellt, für den proportionellen Brustumfang einen solchen von 53,3. Die von mir in den entsprechenden Altersgruppen gefundenen Werte verhalten sich ähnlich. Bezüglich des Exkursionsindex muß gesagt werden, daß der Wert in der Altersgruppe 18—20 Jahre durch niedrige Brustumfangsmaße, nicht durch eine abnorm große Differenz zwischen in- und exspiratorischem Brustumfang bedingt wird.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V$ | $M$ | $\sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm 2\,\sigma$ | $v$ |
| Brustumfang (cm) . | 78,5—104,5 | 89,3 | 2,8 | 86,5 —92,1 | 83,7 —94,9 | 3,1 |
| Atemweite (cm) . . | 4,8— 13,0 | 7,5 | 0,8 | 6,7 — 8,3 | 5,9 — 9,1 | 10,1 |
| Proportioneller Brustumfang . . . . . | 45,4— 58,7 | 52,5 | 1,25 | 51,25—53,75 | 50,0 —55,0 | 2,3 |
| Exkursionsindex . . | 86,3— 95,0 | 92,0 | 0,9 | 91,1 —92,9 | 90,2 —93,8 | 0,9 |
| V.K. (Liter) . . . . | 3,1— 6,85 | 4,45 | 0,35 | 4,1 — 4,8 | 3,75— 5,15 | 7,3 |

*a) Brustumfang* (Abb. 1). Kurz bevor die Kurve in den Normbereich, damit ist das obenerwähnte „Normfeld" gemeint, eintritt, bei der Brustumfangsweite von 83 cm, erreicht sie ihren ersten Höhepunkt von 4,65 Liter V.K., danach geht sie schnell auf 4,5 Liter V.K. zurück und läuft in dieser Weise bis zum arithmetischen Mittel des Brustumfanges = 89,3 cm. Von hier bis zur Brustumfangsweite von 92,5 cm erfolgt eine Schwankung der Kurve nach unten (bis 0,2 Liter maximal, kleiner als — 1 $\sigma$), der dann noch im Bereich der oberen normalen Brustumfangsweite und auch außerhalb dieser ein ständiges Ansteigen der V.K. über den Mittelwert folgt. Es fällt somit das wirkliche Kurvenmaximum nicht in den Bereich der Norm.

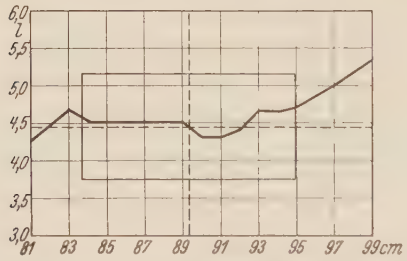


Abb. 1. V.K. und Brustumfang 18—25jähriger Männer.

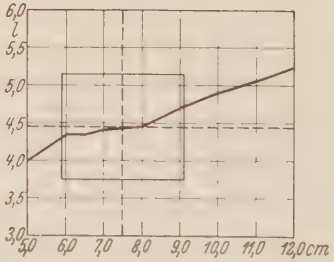


Abb. 2. V.K. und Atemweite 18—25jähriger Männer.

*b) Atemweite* (Abb. 2). Ständig ansteigender Kurvenverlauf, der im Felde der Norm allmählicher erfolgt, aber immerhin zu einer Zunahme der V.K. von 4,3 auf 4,7 Liter führt. Das Kurvenmaximum liegt verständlicherweise in Abhängigkeit von der vorher besprochenen Darstellung außerhalb der normalen Atemweite.

*c) Proportioneller Brustumfang* (Abb. 3). Im wesentlichen hält sich die Kurve im Bereich der Norm, die dem mittelbrüstigen Typ fast völlig entspricht, auf der Höhe der mittleren V.K., wobei sie anfangs bis 0,15 Liter über ihr, zum Schluß bis 0,15 Liter unter ihr liegt. Es sind das Schwankungen, die noch zum mittleren biologischen Typus der V.K. gehören.

*d) Exkursionsindex des Thorax* (Abb. 4). Wie zu erwarten ist, liegt der Höchstwert der Kurve bei den niedrigsten Werten des Index, also noch unterhalb der normalen Indexwerte. Bei 87,5 beträgt die V.K. 5,15 Liter (oberer Grenzwert der normalen Streuungsbreite der V.K.). Die V.K. verliert dann schnell an Größe und beträgt beim unteren Normwert des Exkursionsindex (90,2) nur noch 4,3 Liter (kleiner als $-\frac{1}{2}\sigma$). Von hier aus erfolgt ein erneuter Aufstieg bis zu einer Höhe von 4,7 Liter V.K. (kleiner als $+1\sigma$) auf der arithmetischen Mittelinie des Index (92,0). Danach erneuter ständiger Abfall der Kurve, der auch außerhalb des Normbereiches sich fortsetzt.

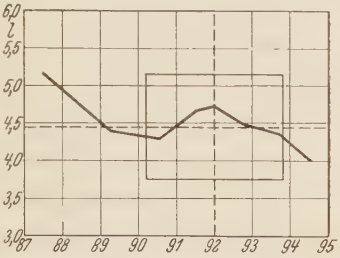


Abb. 4.
V.K. und Exkursionsindex des Thorax 18—25jähriger Männer.

Die angeführten Darstellungen beweisen, daß der Brustumfang und die Atemweite geeignet sind, bei ihrer Größenzunahme einen ständig wachsenden Wert der V.K. zu geben. Das Verhalten der Kurve des Exkursionsindex ist bekanntlich genau umgekehrt, aber normal. Es ist auffallend, daß der proportionelle Brustumfang keinen Einfluß auf die V.K. gewinnt.

| | 26—35jährige Männer | | | 36—50jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Brustumfang (cm) . . . . . | 79,3—101,8 | 92,4 | 2,4 | 82,0—110,0 | 92,0 | 2,5 |
| Atemweite (cm) . . . . . | 4,5— 11,0 | 7,2 | 0,9 | 3,5— 10,5 | 6,3 | 0,7 |
| Proportioneller Brustumfang | 47,2— 61,6 | 53,8 | 1,3 | 47,0— 65,1 | 55,0 | 1,3 |
| Exkursionsindex . . . . . | 88,4— 95,9 | 92,7 | 0,8 | 89,1— 96,7 | 93,4 | 0,7 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 3,0— 6,45 | 4,6 | 0,42 | 2,6— 5,8 | 3,9 | 0,2 |

*a) Brustumfang* (Abb. 14). Im ganzen ständig ansteigende Kurve. Eintritt in das Normfeld mit einer Höhe der V.K. von 4,3 Liter. Bei dem Mittelwert des Brustumfanges (92,4) gelangt die Kurve bis 50 ccm unter den Mittelwert der V.K.; nach einer kleinen Abwärtsschwankung rascher Aufstieg bis zum Kurvenmaximum von 4,85 Liter unmittelbar vor Verlassen des Feldes.

*b) Atemweite* (Abb. 15). Die Gestalt der Kurve gleicht fast der einer Geraden. Am unteren normalen Grenzwert der Atemweite (5,4 cm) beträgt die V.K.-Größe 4,25 Liter, danach schneller Aufstieg bis zu einer Höhe von 4,9 Liter in der Mitte zwischen mittlerer Atemweite und oberem Normwert des Körpermaßes (das ist bei 8,0 cm Atemweite). Von da ab horizontaler Verlauf der Kurve, dem außerhalb des Feldes weiterer Anstieg folgt.

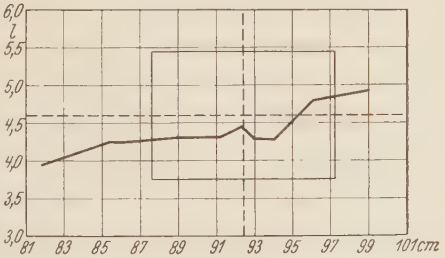


Abb. 14. V.K. und Brustumfang 26—35jähriger Männer.

*c) Proportioneller Brustumfang* (Abb. 16). Die Darstellung zeigt ein abwechselndes Bild. Der Bereich der Norm deckt sich hier völlig mit dem mittelbrüstigen Typ. Beginn der Kurve mit 4,5 Liter V.K. Nach einer geringen Abwärtsschwankung wird das Kurvenmaximum kurz vor dem mittleren proportionellen Brustumfang

bei 53,4 mit 4,9 Liter V.K. erreicht. Danach plötzlicher Abfall bis 100 ccm unter den V.K.-Mittelwert, dem sich ein erneuter Aufstieg bis zu einer Größe der V.K. von 4,65 Liter beim Verlassen des Feldes anschließt. Außerhalb des Feldes weiteres Ansteigen.

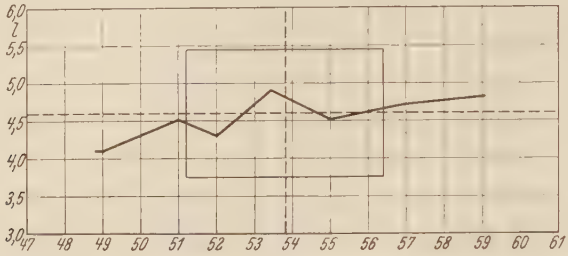


Abb. 16. V.K. und proportioneller Brustumfang 26—35jähriger Männer.

*d) Exkursionsindex des Thorax* (Abb. 17). Das Kurvenmaximum liegt unmittelbar bei dem unteren Normwert des Exkursionsindex (91,1) bei einer Höhe von 5,1 Liter V.K. (größer als + 1 $\sigma$). Danach starker Abfall und Wiederaufstieg der Kurve bis 4,95 Liter V.K., noch vor dem arithmetischen Mittel des Index, dem nun ein ständiger und endgültiger Abfall folgt. Beim Verlassen des Feldes liegt die Kurve 0,4 Liter unter der mittleren V.K. (— 1 $\sigma$).

In dieser Altersgruppe demonstrieren die Kurven des Brustumfanges, der Atemweite und des proportionellen Brustumfanges die dauernde Größenzunahme der V.K. mit dem Wachsen der Körpermaße. Für den Exkursionsindex ergibt sich die bekannte ständige V.K.-Abnahme bei steigenden Indexwerten. Die 4 Körpermaße sind demnach geeignet, einen Normalwert der V.K. zu geben.

*a) Brustumfang* (Abb. 27). Im Normfeld verläuft die Kurve fast in idealer Gestalt, da ein Kurvenmaximum bei dem arithmetischen Mittel des Brustumfanges und nochmals bei den oberen Werten des Körpermaßes erreicht wird. Zunahme der V.K. von 3,75 Liter auf 4,15 Liter.

*b) Atemweite* (Abb. 28). Gleichmäßig steil ansteigende Kurve, die von 3,6 Liter V.K. (— 1 $\sigma$) beim Eintritt in das Normfeld auf 4,35 Liter V.K. ( + 2 $\sigma$) beim Verlassen desselben, noch vor dem oberen Normalwert der Atemweite zunimmt.

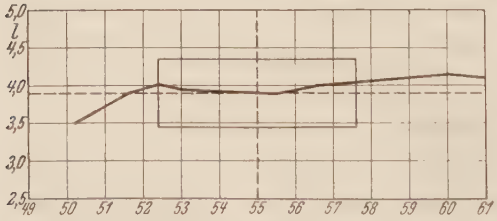


Abb. 29.
V.K. und proportioneller Brustumfang
36—50jähriger Männer.

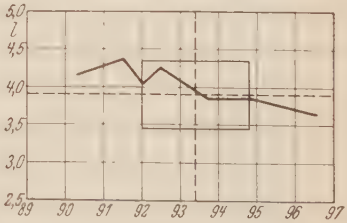


Abb. 30.
V.K. und Exkursionsindex des Thorax
36—50jähriger Männer.

*c) Proportioneller Brustumfang* (Abb. 29). Schnelle Größenzunahme der V.K. im Bereich der Indexwerte 50,0—51,5. Die mittelbrüstigen Männer dieser Altersgruppe bieten eine Durchschnittskurvenlage in Höhe der mittleren V.K. Die Kurve

steigt nur mit Beginn des weitbrüstigen Typus etwas an und die V.K. beträgt beim Verlassen des Normfeldes, das etwas über den bekannten mittelbrüstigen Wert gerückt ist, 4,05 Liter (kleiner als + 1 $\sigma$). Außerhalb des Feldes ganz allmähliche weitere Kurvensteigerung.

*d) Exkursionsindex des Thorax* (Abb. 30). Wie bei allen bisherigen Darstellungen des Exkursionsindex besitzt auch diese Kurve 2 in kurzen Abständen aufeinander folgende Höhepunkte, die beide auf dem oberen Grenzwert der normalen V.K. liegen (+ 2 $\sigma$), und zwar das erste Maximum beim Index 91,5, das zweite beim Index 93,0, noch vor dem arithmetischen Mittel des Index (93,4). Bereits auf der Linie des mittleren Exkursionsindex beträgt die V.K.-Höhe nur noch 4,05 Liter (kleiner als + 1 $\sigma$) und am Ende des Normfeldes 3,8 Liter (— $^1/_2$ $\sigma$).

Abschließend ist zu sagen, daß auch diese Darstellungen ein anschauliches Bild von dem steigenden Einfluß der behandelten Körpermaße auf die V.K. geben. Allerdings hat hier der proportionelle Brustumfang nur eine geringe Steigerung der V.K. zu verzeichnen.

| | 51—72jährige Männer | | |
|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Brustumfang (cm) . | 82,4—101,0 | 90,0 | 2,5 |
| V.K. (Liter) . . . . | 2,6— 5,0 | 3,5 | 2,5 |

*a) Brustumfang* (Abb. 40). Im Bereiche der Norm sehr allmählicher Anstieg der Kurve bis zu einem Höhepunkt von 3,4 Liter V.K. (— $^1/_2$ $\sigma$) bei dem Brustumfang 91,5 cm. Der Eintritt in das Normfeld erfolgt mit 3,25 Liter V.K. (— 1 $\sigma$), Austritt in gleicher Höhe. Das Kurvenmaximum wird erst bei dem höchsten, außerhalb der Norm liegenden Brustumfangswerte erreicht.

| | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|
| | *V* | *M* |
| Brustumfang (cm) . . . . | 73,0—100,0 | 85,8 |
| Atemweite (cm) . . . . . | 3,2— 10,0 | 4,9 |
| Proportioneller Brustumfang | 46,6 - 65,1 | 53,7 |
| Exkursionsindex . . . . . | 89,5— 97,5 | 94,3 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 2,3— 4,6 | 3,2 |

Man sieht, daß in diesen Lebensaltern normal mit einer wesentlichen V.K.-Zunahme, auch im Bereich des mittleren Brustumfanges nicht mehr zu rechnen ist, immerhin hält sich aber die V.K. im Normbereich auf gleicher Höhe im Abstand von —1 $\sigma$.

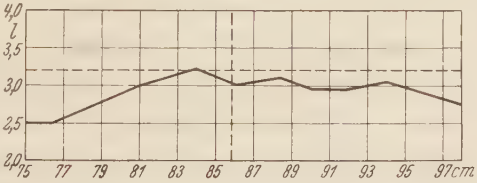


Abb. 44. V.K. und Brustumfang 18—55jähriger Frauen.

*a) Brustumfang* (Abb. 44). Die V.K. nimmt im Bereich der Brustumfangswerte 75—84 cm schnell an Größe zu, und zwar von 2,5 Liter auf 3,2 Liter, dann hat sie ihr Maximum erreicht (1,8 cm vor dem mittleren Brustumfang). Weiterhin verläuft die Kurve bis zum Brustumfang von 94 cm durchschnittlich in einer Entfernung von 0,2 Liter unterhalb der mittleren V.K. und fällt danach endgültig langsam ab.

*b) Atemweite* (Abb. 45). Die Kurve steigt ständig an, befindet sich aber bei der mittleren Atemweite (4,9 cm) noch auf der Höhe von 2,8 Liter V.K. Erst bei der nur vereinzelt vorgekommenen Atemweite von 8 cm wird der Mittelwert der V.K. erreicht.

*c) Proportioneller Brustumfang* (Abb. 46). Mittelbrüstige Frauen mit einem proportionellen Brustumfang von 51,0—56,0 bieten einen konstanten Kurvenverlauf in Höhe der mittleren V.K. Dagegen bestehen bei den eng- und weitbrüstigen Frauen wesentlich kleinere Werte der V.K.

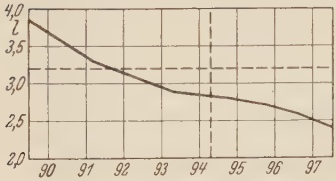


Abb. 47. V.K. und Exkursionsindex des Thorax 18–55jähriger Frauen.

*d) Exkursionsindex des Thorax* (Abb. 47). Der Abfall der Kurve, also die Abnahme der V.K. mit der zunehmenden Größe des Exkursionsindex ist eine fortgesetzte. Ein nochmaliger Anstieg der Kurve vor dem mittleren Wert des Index, wie er in den graphischen Darstellungen der Männer zu beobachten war, erfolgt nicht.

Der Brustumfang und der proportionelle Brustumfang bewirken keine wesentliche Steigerung der V.K. mit ihrer Größenzunahme, dagegen befriedigen die Atemweite und der Exkursionsindex des Thorax. Allgemein liegen aber die Werte der V.K. fast ständig unter ihrem arithmetischen Mittel.

## II. Index Kruse und Index Pignet.

Beide Indices werden gleichfalls viel in der Konstitutionslehre verwendet. Während der Kruse-Index dem proportionellen Brustumfang nahe steht, hat Pignet auch noch das Körpergewicht in die Beziehung von Brustumfang und Körpergröße einbezogen. Im folgenden gebe ich eine Aufstellung der Mittelwerte der Indices von Männern und Frauen in verschiedenen Altersgruppen (eigene Messungen).

Tabelle 3. Männer.

| | Lebensalter | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14—17 | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 51—55 | 56—60 | 61—7 |
| Kruse-Index . | 42,9 | 48,8 | 46,5 | 52,6 | 49,2 | 50,1 | 51,5 | 52,1 | 50,4 | 51,0 | 51,9 |
| Pignet-Index . | 84,0 | 90,0 | 87,1 | 91,5 | 95,7 | 92,8 | 93,6 | 95,1 | 92,5 | 92,9 | 95,9 |
| V.K. (Liter) . . | 3,60 | 4,20 | 4,70 | 4,50 | 4,60 | 3,90 | 3,85 | 4,00 | 3,65 | 3,65 | 3,20 |

Tabelle 4. Frauen.

| | Lebensalter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—55 |
| Kruse-Index . . | 41,1 | 45,9 | 45,4 | 46,6 | 48,6 | 51,7 |
| Pignet-Index . . | 84,9 | 85,6 | 88,4 | 89,6 | 95,1 | 96,2 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,30 | 3,45 | 3,55 | 2,95 | 2,90 | 2,90 |

Dazu ist zu bemerken, daß bei Männern im 26.—30. Lebensjahr der Kruse-Index seinen Höchstwert erreicht hat und daß er danach wieder etwas an Größe verliert, während bei Frauen eine ständige Zunahme zu beobachten ist. Der Index Pignet hat seinen Höchstwert bei Männern in der Gruppe 31—35 Jahre, in den späteren Jahren ebenfalls mäßige

Abnahme. Die Frauen bilden auch hier eine Ausnahme, indem bei ihnen der Index Pignet ununterbrochen ansteigt.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Index Kruse . . | 36,9— 61,4 | 47,6 | 3,0 | 37,1— 60,0 | 51 | 2,5 |
| Index Pignet . . | 76,0—103,5 | 88,5 | 3,0 | 81,5—103,8 | 93,6 | 2,7 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,1— 6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,0— 6,45 | 4,6 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Index Kruse . . . | 39,0— 71,6 | 51,2 | 2,5 | 27,6— 64,5 | 46,6 |
| Index Pignet . . . | 78,6—112,4 | 93,6 | 3,1 | 75,2—109,6 | 89,6 |
| V.K. (Liter) . . . . | 2,6— 5,8 | 3,9 | 0,22 | 2,3— 4,6 | 3,2 |

*a) Index* Kruse (Abb. 5). Der erste Kurvenanstieg erfolgt noch außerhalb des Normbereiches bis zur Höhe der mittleren V.K., danach beginnt ein allmählicher Abfall der V.K., die beim Eintritt der Kurve ins Feld 4,3 Liter (kleiner als $-\frac{1}{2}\sigma$) und bei den Indexwerten 43—45 4,2 Liter (kleiner als $-1\sigma$) beträgt. Es folgt jetzt ein schneller Aufstieg der Kurve auf 4,6 Liter K.V. beim Indexwert 46, sie verweilt fast konstant in dieser Höhe bis zum Index 50,0 und erreicht nun vollends ihr Maximum bei 52,6 mit einer V.K.-Größe von 5,1 Liter (fast $+2\sigma$). Die Kurve verläßt bei 53,6 das Feld und hat sich bereits etwas gesenkt. V.K.-Zunahme im Normfeld 0,8 Liter.

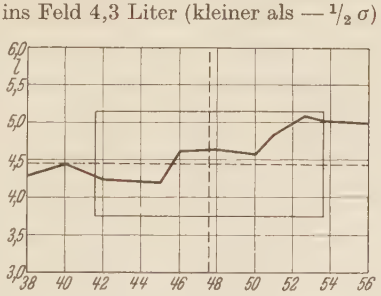


Abb. 5. V.K. und Index Kruse 18—25jähriger Männer.

Infolge der Steigerung der V.K. bei dem arithmetischen Mittel des Index Kruse und der zweiten starken Zunahme in Ausdehnung der oberen normalen Indexwerte besteht eine gute Verwendbarkeit dieser Kurve zur Darstellung der fortschreitenden Beziehung des Kruse-Index zur V.K.

*b) Index* Pignet (Abb. 6). In leicht gewellter Linie ist der Kurvenverlauf vom unteren normalen Indexwert 82,5 bis zum Index 91,0 ein horizontaler, im Abstand von maximal 0,25 Liter unterhalb der mittleren V.K. (kleiner als $-1\sigma$). Erst dann erfolgt der einmalige Aufstieg zum Kurvenmaximum, welches genau auf der oberen Grenzlinie des Index mit einer V.K.-Größe von 4,85 Liter (größer als $+1\sigma$) liegt. Hiernach geringer Abfall. Die V.K.-Zunahme im Bereiche der Norm beträgt 0,6 Liter.

Bis zu einem Wert von 91,0 gelingt es dem Pignet-Index nicht, einen steigernden Einfluß auf die V.K. auszuüben. Seine Verwendbarkeit ist demnach gering.

*a) Index* Kruse (Abb. 18). Da die normale Abweichung vom mittleren Indexwert in dieser Altersgruppe um 1,0 geringer ist als in der vorhergegangenen Gruppe, fällt der erste stärkere Anstieg der V.K. noch nicht in das Normalfeld. Vom Indexwert 46,4—54,0 verläuft die Kurve konstant in der Höhe von 4,5 Liter V.K. und steigt erst bei 55,0 auf 4,95 Liter V.K., danach wieder geringer Abfall.

Fast im ganzen Normbereich des Index Kruse erfolgt keine Steigerung der V.K., ausgenommen bei seinen tiefen und hohen Werten.

*b) Index* Pignet (Abb. 19). Das Verhalten der Kurve in dieser Altersgruppe ist ein wesentlich anderes. Es erfolgt ein stärkeres Ansteigen der V.K. (um 0,6 Liter) im Bereich der untersten Werte des Index. In ganzer Ausdehnung der Norm des Index und fortsetzend auch noch außerhalb zeigt die V.K., mit Ausnahme eines nur kurz beibehaltenen Kurvenanstieges bis 4,95 Liter (kleiner als $+ 1\,\sigma$) in der Nähe des arithmetischen Mittels des Index, keinerlei Steigerung über den mittleren Wert hinaus.

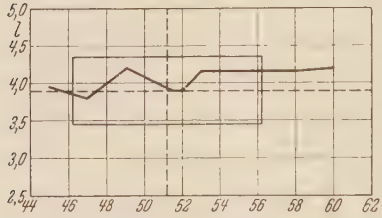


Abb. 31. V.K. und Index Kruse 35—50jähriger Männer.

Es ist festzustellen, daß der Index auch in diesem Alter keinen Einfluß auf die V.K. besitzt.

*a) Index* Kruse (Abb. 31). Zu Beginn des Normfeldes erfährt die V.K. eine Zunahme von 3,85 auf 4,2 Liter (größer als $+ 1\,\sigma$). Zum arithmetischen Mittel des Index hin geht die Kurve wieder bis zur Höhe der mittleren V.K. zurück und steigt im Bereich der oberen Indexwerte erneut auf 4,15 Liter. Von da ab horizontaler Verlauf der Kurve.

Auch hier zeigt sich, daß die Verwendung des Index Kruse von mittleren und höheren Werten ab unergiebig ist.

*b) Index* Pignet (Abb. 32). Das eben Gesagte gilt auch für den Index Pignet dieser Altersgruppe.

Wohl zeigt die Kurve eine außerhalb des Normfeldes beginnende und innerhalb sich fortsetzende beträchtliche Steigerung von 0,7 Liter V.K. bis 4,35 Liter ($- 2\,\sigma$), aber diese Zunahme wird zum Beginn des Normalfeldes wieder verloren. Es folgt ein nochmaliger Aufstieg bis zur Höhe 4,25 Liter V.K., kurz hinter dem arithmetischen Mittel des Index, dem aber noch im Bereich der oberen Indexwerte ein endgültiger ständiger Abfall folgt.

Der Index hat demnach mit seiner Größenzunahme keinen steigernden Einfluß auf die V.K., ausgenommen bei seinen niedrigen Werten.

*a) Index* Kruse (Abb. 48). Von Anfang an sehr allmählich aufsteigende Kurve, die bei dem Index 48,0 das Maximum mit 3,15 Liter erreicht und danach etwas beschleunigter abfällt. Die Verwendbarkeit des Index ist bis zu seinem Mittelwert ausreichend.

*b) Index* Pignet (Abb. 49). Er führt wesentlich rascher zu einem Anstieg der V.K. bis auf 3,2 Liter noch weit vor dem mittleren Indexwert und behält die Höhe der mittleren V.K. im wesentlichen bei. Erst mit hohen Indexwerten fällt die V.K. schnell ab.

Abschließend muß über die 3 zusammengehörenden Maße des proportionellen Brustumfanges, des Index Kruse und Index Pignet für Männer und Frauen aller Lebensalter, mit nur einzelnen Ausnahmen,

gesagt werden, daß diese Maße mit ihren unteren Werten nur eine anfängliche Steigerung, mit ihren mittleren einen Stillstand und mit ihren höheren Werten sogar oft einen Abfall der V.K. bewirken.

### III. Thorakalindex nach Martin und nach eigener Konstruktion.

Über die Unterschiede in der Messungsmethode beider Thorakalindices habe ich bereits im allgemeinen Teil gesprochen. Die Werte des Thorakalindex nach Martin sind etwas niedriger als die Ergebnisse des von mir gewählten Index. In dem Thorakalindex besitzen wir die Möglichkeit, die „querovale Form" des Brustkorbes zum Ausdruck zu bringen. Bei den Erläuterungen der graphischen Darstellungen sind die Werte des Thorakalindex hinsichtlich der Beziehungen zu den 3 Thoraxtypen berücksichtigt.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Thorakalindex (Martin) . | 55,8—86,5 | 69 | 1,6 | 51,0—83,0 | 69,5 | 1,5 |
| Thorakalindex (eigene Konstruktion) . . . . | 57,0—86,5 | 69 | 2,5 | 55,0—86,0 | 72,0 | 2,3 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 3,1— 6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,0— 6,45 | 4,6 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Thorakalindex . . . . . | 60,3—98,3 | 72,3 | 2,1 | 63,4—93,3 | 73,6 |
| Thorakalindex (eigene Konstruktion) . . . . . | 60,7—96,0 | 74,0 | 2,4 | 66,0—95,6 | 75,6 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 2,6— 5,8 | 3,9 | 0,22 | 2,3— 4,6 | 3,2 |

*a) Thorakalindex* (Martin) (Abb. 7 a). Es erfolgt ein langsames Ansteigen der V.K. von den untersten Werten des Index ab, die dem engen Thoraxtypus entsprechen. Unmittelbar vor dem Beginn des Normfeldes gelangt die Kurve bereits in den Bereich des mittleren Thoraxtypus und überschreitet dann minimal den Wert der mittleren V.K. Das Kurvenmaximum von 4,55 Liter V.K. wird bei dem Index 67,8 in einem Abstand vom arithmetischen Mittel von kleiner als $-1\,\sigma$ erreicht. Anschließend leichter Abfall der V.K., der tiefste Punkt (kleiner als $-{}^1/_2\,\sigma$) liegt auf der Linie des mittleren Index, danach allmählicher Wiederanstieg bis zur Höhe der mittleren V.K., die weiterhin konstant beibehalten wird. Der mittlere Thoraxtyp erstreckt sich bis zum Ende der Werte des Thorakalindex.

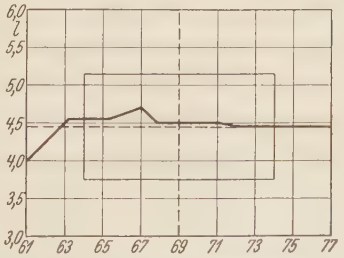

Abb. 7 b. V.K. und Thorakalindex 18—25jähriger Männer.

*b) Thorakalindex* (eigene Angabe) (Abb. 7 b). Auffallend ist, daß hier die Grenzen der

Norm weiter auseinander gerückt sind. Das Kurvenbild entspricht der vorhergegangenen Darstellung. Die Ausdehnung des schmalen und mittleren Thoraxtypus, ausgedrückt in den Werten des Thorakalindex, ist die gleiche, nur steigt die V.K. schneller an und erreicht ein Maximum von 4,7 Liter (kleiner als + 1 $\sigma$) bereits bei dem Index 67,0. Sie befindet sich dabei in einer Entfernung von kleiner als —1 $\sigma$ vom arithmetischen Mittel des Index. Die V.K. fällt danach sofort zur Höhe von 4,5 Liter ab und senkt sich im ganzen weiteren Verlauf nur noch um 50 ccm. Beide Kurven besitzen keine Werte mehr für den breiten Thoraxtyp.

Die Darstellung des Thorakalindex meiner Konstruktion zeigt ein etwas deutlicheres Verhältnis zwischen V.K. und Index. Beide Indices sind also verwertbar.

*a) Thorakalindex* (Martin) Abb. 20a. Diese Kurve demonstriert das Verhalten des durch die Werte des Thorakalindex bestimmten normalen Thoraxtypus zur V.K. in besonders deutlicher Weise.

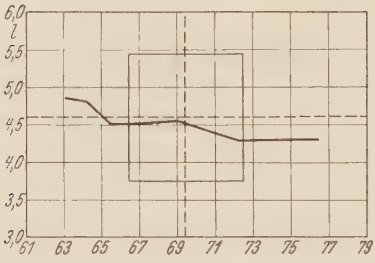


Abb. 20a. V.K. und Thorakalindex 36—50jähriger Männer.

Wir sehen, daß bei den unteren Indexwerten der Höhepunkt der V.K. bei 4,85 Liter liegt und daß diese noch vor dem Eintritt in das Normfeld auf 4,5 Liter herabsinkt. In dieser Höhe hält sich die V.K. bis zum mittleren Indexwert und fällt dann abermals schnell ab, um bei 4,3 Liter (kleiner als — 1 $\sigma$) das Feld zu verlassen. Von da ab weiterer horizontaler Verlauf der Kurve.

*b) Thorakalindex* (eigene Angabe) Abb. 20b. Die Verhältnisse der eben gebrachten graphischen Darstellung treten hier in vergrößertem Maßstab auf.

Die Kurve beginnt mit einem hohen Wert von 4,9 Liter V.K. im Bereich der unteren Werte des Index und erreicht ihr Maximum von 5,0 Liter (+ 1 $\sigma$) mit dem Eintritt in das Normfeld. Von hier ab fortgesetzter Abfall der V.K., der nur beim mittleren Indexwert kurz aufgehalten wird (4,5—4,6 Liter V.K.) und bei dem Index 75,0 mit 3,55 Liter V.K. sein Ende findet. Danach wieder ständiger allmählicher Aufstieg der V.K. bis zur Höhe 4,3 Liter am Ende der Kurve.

Wenn man von der stärkeren Abwärtsschwankung der V.K. im Bereich der Indexwerte 74,0—76,5, die sicherlich zufällig verursacht ist, absieht, zeigt diese Kurve sowie die vorhergegangene, daß mit den wachsenden Indexwerten des mittleren Thoraxtypus eine fortgesetzte normale Größenabnahme der V.K. stattfindet. Diese Verhältnisse sind deshalb hier so deutlich, weil sämtliche Messungen dieser Altersgruppe zum mittleren Thoraxtyp gehören. Man sieht an Hand dieser Kurve, daß der Begriff der normalen V.K. ein sehr unterschiedlicher ist und daß eben solche Ergebnisse als normal angesehen werden müssen, die biologisch experimentell als vorherrschende gefunden werden.

*a) Thorakalindex* (Martin) Abb. 33a. Die Werte des Thorakalindex in den folgenden beiden Darstellungen entsprechen dem mittleren und breiten Thoraxtypus.

Die V.K. nimmt anfangs noch an Größe zu, und zwar von 3,9 Liter auf 4,3 Liter ($+ 2\sigma$) in Höhe des unteren normalen Indexwertes. Danach erfolgt ein Abfall der Kurve zum mittleren Index hin bis auf 3,95 Liter V.K., dem sich am Ende des Normfeldes ein erneuter Anstieg auf 4,3 Liter anschließt. Von da ab allmähliche, aber ständige Abnahme der V.K., die sich natürlich bei den Werten, die einem breiten Thorax entsprechen, fortsetzt.

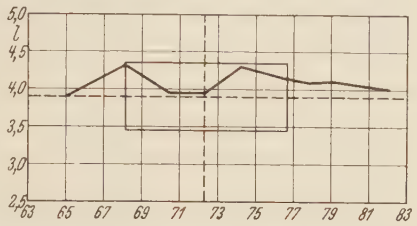


Abb. 33 a. V.K. und Thorakalindex 36—50jähriger Männer.

*b) Thorakalindex* (eigene Angabe) (Abb. 33 b). Im ganzen bietet die Kurve einen ähnlichen Anblick: V.K.-Zunahme bei den unteren Thorakalindexwerten bis zum ersten Kurvenhöhepunkt ($+ 2\sigma$) in der ersten Hälfte des Normfeldes, danach eine leichte V.K.-Abnahme (maximal um 150 ccm) in der Nähe des arithmetischen Mittels des Index. Es folgt ein zweiter Kurvenhöhepunkt ($+ 2\sigma$) in der zweiten Hälfte des Normfeldes, anschließend fällt die V.K. allmählich, zu Beginn des breiten Thoraxtypus jedoch schneller ab.

Es folgt, daß mit den hohen Werten des Thorakalindex, die einem breiten und tiefen Thorax entsprechen, ein normales Absinken der V.K. einhergeht.

Die Indexwerte beider graphischen Darstellungen beziehen sich auf den mittleren und breiten Thoraxtypus.

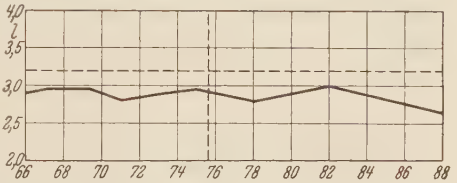


Abb. 50 b.
V.K. und Thorakalindex 18—55jähriger Frauen.

*a) Thorakalindex* (Martin) (Abb. 50 a). Die Kurve läuft mit kleinen Auf- und Abwärtsschwankungen zwischen 3,0 und 2,75 Liter V.K. im Bereich der Indexwerte 64,0—80,0. Danach, mit dem Beginn der Indexwerte entsprechend dem breiten Thoraxtyp, fällt die V.K. ständig ab.

*b) Thorakalindex* (eigene Angabe) (Abb. 50 b). Die graphische Darstellung zeigt ein ähnliches Bild. Die Schwankungen der Kurve in der Ausdehnung der mittleren Indexwerte erfolgen zwischen 3,0 und 2,8 Liter V.K. Vom Index 82,0 ab beginnt ein rasches Absinken der V.K.

Auch bei den Frauen konnte also ein beständiges Verhältnis zwischen Thorakalindex und V.K. festgestellt werden, und zwar in dem Sinne, daß die mittleren Indexwerte mit der maximalen Größe, die hohen Indexwerte mit einer Abnahme der V.K. einhergehen.

## IV. Körpergewicht.

Von vielen Seiten ist auf die Beziehung des Körpergewichtes zur V.K. hingewiesen worden (z. B. Hutchinson, Dreyer, Dupont, Arnold). Dupont gibt an, daß auf 1 kg Körpergewicht 50 ccm V.K. fallen. Die danach berechnete V.K. entspricht aber bei Männern nur den unteren normalen Werten. Zum Beispiel wurde bei 26—30jährigen Männern

das Durchschnittsgewicht von 65,4 kg ermittelt. Nach Dupont müßte dann die V.K. 3,2 Liter betragen. Die Durchschnitts-V.K. war aber 4,50 Liter. Nach Dupont würde mit 80 kg erst eine V.K. von 4,0 Liter erreicht. Es empfiehlt sich deshalb eine Korrektur der Dupontschen Zahlen vorzunehmen: Es entsprechen 1 kg Körpergewicht im Alter von 18—35 Jahren 70 ccm V.K., im Alter von 36—50 Jahren 60 ccm V.K. und im Alter von 51—72 Jahren 50 ccm V.K. Bei Frauen sind im Alter von 18—30 Jahren auf 1 kg Gewicht 60 ccm V.K. anzurechnen, im Alter von 31—40 Jahren 50 ccm V.K. und von 41—55 Jahren 45 ccm V.K.

Mit steigendem Körpergewicht nimmt im allgemeinen auch die V.K. an Größe zu. Dieses Verhältnis zeigt eine Tabelle von Rainoff, die durch Messung an 19jährigen Sportstudenten gewonnen wurde, in mustergültiger Weise. Es muß aber der Einwand gemacht werden, daß bei den Messungen an Sportstudenten von vornherein mit optimalen Ergebnissen zu rechnen ist.

Auf Grund meiner Messungen habe ich untenstehende Durchschnittsgewichte in verschiedenen Altersgruppen bei Männern und Frauen ermittelt. In den beiden Tabellen sind auch die mittleren Werte der Körpergröße mit angeführt.

Tabelle 5. Männer.

| | Lebensalter | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14—17 | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 51—55 | 56—60 | 61—72 |
| Körpergewicht (kg) | 55,8 | 60,7 | 64,2 | 65,4 | 65,5 | 65,1 | 64,8 | 66,8 | 64,6 | 64,6 | 65,8 |
| Körpergröße (cm) | 163,3 | 169,7 | 169,5 | 175,0 | 171,0 | 168,0 | 168,0 | 171,0 | 173,0 | 167,3 | 165,0 |
| V.K. (Liter) | 3,60 | 4,20 | 4,70 | 4,50 | 4,60 | 3,90 | 3,85 | 4,00 | 3,65 | 3,65 | 3,20 |

Tabelle 6. Frauen.

| | Lebensalter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—55 |
| Körpergewicht (kg) . . . . | 55,6 | 56,3 | 56,7 | 57,7 | 61,9 | 65,8 |
| Körpergröße (cm) . . . . . | 157 | 159 | 160 | 160 | 157 | 160 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 3,30 | 3,45 | 3,55 | 2,95 | 2,90 | 2,90 |

Während bei Frauen eine ständige Gewichtszunahme zu konstatieren ist, die verständlicherweise im mittleren Alter stärker wird, konnte bei den Männern nach der anfänglichen Steigerung des Körpergewichtes bis zum 25. Lebensjahr eine Konstantheit des Körpergewichtes von da ab festgestellt werden; abgesehen von einer geringen Gewichtszunahme in der Gruppe 46—50 Jahre.

Rott findet für 16—30jährige Turnerinnen (Münchener Turnfest 1923) ein Durchschnittsgewicht von 53,5 kg. Er bekommt niedrigere Werte, da es sich um

sportlich trainierte, demnach auch an Gewicht leichtere Frauen handelt. Interessant ist auch ein Vergleich mit der Tabelle von Brugsch, die an Hand von 1200 Beobachtungen von Männern von durchschnittlich 25 Jahren (22—28 Jahre) gewonnen wurde.

Es zeigt sich, daß die Gewichte der von mir gemessenen Männer zwischen 21 und 30 Jahren bei der entsprechenden Durchschnittsgröße nicht viel von den von Brugsch gefundenen Werten differieren.

Ich habe das Körpergewicht und die V.K. der Männer meiner Messungen innerhalb mehrerer Lebensaltersgruppen nach Körpergrößenzunahme geordnet zusammengestellt.

Tabelle 7.

| Größe | Lebensalter | | | Lebensalter | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18—25 | 26—35 | 36—50 | 18—25 | 26—35 | 36—50 |
| cm | Gewicht (kg) | | | V.K. (Liter) | | |
| 161—164 | 53,3 | 59,4 | 56,7 | 3,75 | 3,90 | 3,80 |
| 165—168 | 59,2 | 59,9 | 64,9 | 4,15 | 4,30 | 3,90 |
| 169—172 | 60,6 | 63,5 | 67,8 | 4,10 | 4,70 | 4,00 |
| 173—176 | 66,2 | 68,9 | 71,8 | 4,70 | 4,50 | 4,10 |
| 177—182 | 69,6 | 68,5 | 67,5 | 5,35 | 5,20 | 3,60 |

Auffallend ist der Stillstand der V.K. in der Gruppe 18—25 Jahre im Bereich der Größe 169—172 cm und in der Gruppe 26—35 Jahre im Größenbereich 173—176 cm. Man findet entsprechend in den graphischen Darstellungen einen horizontalen Kurvenverlauf, also Stillstand der V.K. Der Abfall der V.K. in der Gruppe 36—50 Jahre bei der Größe 177—182 cm bedeutet einen natürlichen Rückgang der V.K.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Gewicht (kg) . . . . | 50,0—81,8 | 62,4 | 3,9 | 50,7—77,5 | 65,5 | 3,4 |
| V.K. (Liter) . . . . | 3,1— 6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,0— 6,45 | 4,6 | 421 ccm |

| | 36—50jährige Männer | | |
|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Gewicht (kg) . . . | 47,5—92,5 | 65,5 | 4,0 |
| V.K. (Liter) . . . | 2,6— 5,8 | 3,9 | 0,22 |

| | 51—72jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Gewicht (kg) . . . . | 48,8—85,2 | 64,4 | 3,3 | 40,0—79,9 | 59,0 |
| V.K. (Liter) . . . . | 2,6— 5,0 | 3,5 | 0,25 | 2,3— 4,6 | 3,2 |

*Abb. 8.* Man sieht ein stufenmäßiges Ansteigen der V.K. mit der Zunahme des Körpergewichtes.

Die Kurve verläuft von dem Gewicht 57 kg ab — 65 kg und von dem Gewicht 67 kg ab — 72 kg horizontal. Die Zunahme der V.K. im Normbereich beträgt 0,6 Liter. Besonders stark steigt die Kurve außerhalb der Norm an, von dem Gewicht 72 kg ab. Der bei dem Gewicht 52 kg beginnende ständige Abfall der V.K. mit dem Tiefstand bei 56 kg (größer als — 1 $\sigma$) beruht wahrscheinlich auf einer zufälligen Störung.

Das Körpergewicht ist demnach in ganz besonderer Weise dazu geeignet, eine ständige Größenzunahme der V.K. zu bedingen.

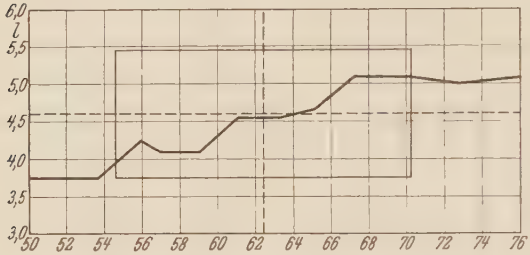


Abb. 21.
V.K. und Körpergewicht 26—35jähriger Männer.

*Abb. 21.* Der in der vorhergehenden Kurve beobachtete stufenmäßige Anstieg ist wesentlich gemindert.

Die Kurve zeigt im ganzen einen steilen Verlauf innerhalb des Normbereiches. Die Größenzunahme der V.K. ist bedeutend, und zwar beträgt sie 1,2 Liter. Bei den höheren Gewichten, von 67 kg ab, erfolgt ein Stillstand der V.K. bei dem erreichten Höchststand.

Es besteht also auch hier ein außerordentlich günstiges Verhältnis zwischen V.K. und Körpergewicht.

*Abb. 34.* Nur noch geringer Anstieg der V.K. mit zunehmendem Körpergewicht. Von dem Gewicht 57 kg ab bis 69 kg behält die V.K. einen fast unveränderten Stand in Höhe ihres arithmetischen Mittels bei (die Schwankungen betragen nur $\pm \frac{1}{2} \sigma$). Erst von dem Gewicht 69 kg ab steigt die V.K. um 250 ccm über den Mittelwert an, um bei 75 kg bereits wieder endgültig abzufallen. Die Größenzunahme der V.K. im Normbereich beträgt nur 250 ccm.

*Abb. 41.* Die Kurve steigt treppenförmig mit Remission an. Der 1. Höhepunkt der V.K. liegt auf der Linie der mittleren V.K. bei Gewicht 57 kg. Danach allmählicher Abfall um 100 ccm und Wiederanstieg. Im Normbereich beträgt das Kurvenmaximum 3,7 Liter V.K. Es erfolgt abermals ein Abfall, dieses Mal maximal um 200 ccm (kleiner als + 1 $\sigma$) noch vor dem oberen Grenzwert des normalen Gewichtes. Größenzunahme der V.K. 200 ccm.

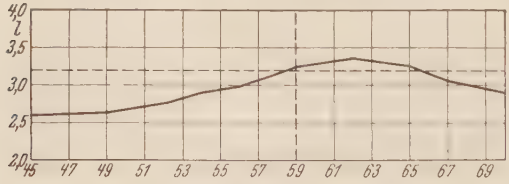


Abb. 51.
V.K. und Körpergewicht 18—55jähriger Frauen.

Im mittleren und höheren Alter, also vom 36. Jahre ab, bewirkt der natürliche Rückgang der V.K. eine Änderung in dem Verhalten des Körpergewichtes zur V.K. insofern, als sich jetzt die wirkliche normale V.K. mit ihrem rechnerischen Mittelwert deckt.

*Abb. 51.* Die graphische Darstellung zeigt eine biologisch begründete rasche Größenzunahme der V.K. im Bereich mittlerer Werte des Körper-

gewichtes mit einem Kurvenmaximum bei dem Körpergewicht 62 kg, höhere Körpergewichte führen entsprechend schnell zu einem Wiederabfall der V.K.

### V. Index Kaup und Index Rohrer.

Die Ansichten über die Brauchbarkeit des Index des Körperbaues (nach Quetelet, Goold und Davenport) oder des Querschnittlängenindex nach Kaup und des Index der Körperfülle nach Rohrer sind bei den einzelnen Autoren (Brugsch, Kaup) geteilt.

Nach Brugsch ist der Index der Körperfülle der einzige Index, der imstande ist, das Verhältnis von Körperfülle zu Körperlänge richtig anzugeben, da er die größte Schwankungsbreite von 1,19—1,51 besitzt, gegenüber einer Differenz von 2,17—2,39 beim Kaupschen Index. Der Rohrersche Index wächst durchschnittlich mit zunehmendem Alter.

Es liegt nicht im Sinne dieser Arbeit, weiter auf die erwähnten Anschauungen einzugehen. Es interessiert hier nur die Frage nach einer Beziehung zwischen Kaupschem und Rohrerschem Index einerseits und der V.K. andererseits. Auf Grund meiner Messungen konnte ich bei Männern von 18—50 Jahren folgende Werte des Rohrerschen und Kaupschen Index unter Bezug auf die Körperlänge feststellen.

Tabelle 8.

| Größe cm | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | | 36—50jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kaup | Rohrer | V.K. (Liter) | Kaup | Rohrer | V.K. (Liter) | Kaup | Rohrer | V.K. (Liter) |
| 161—167 | 2,31 | 1,30 | 3,75 | 2,24 | 1,38 | 3,90 | 2,15 | 1,41 | 3,80 |
| 165—168 | 2,14 | 1,28 | 4,15 | 2,17 | 1,28 | 4,30 | 2,35 | 1,40 | 3,90 |
| 169—172 | 2,08 | 1,21 | 4,10 | 2,21 | 1,30 | 4,70 | 2,40 | 1,41 | 4,00 |
| 173—176 | 2,21 | 1,26 | 4,70 | 2,25 | 1,30 | 4,50 | 2,50 | 1,36 | 4,10 |
| 177—182 | 2,15 | 1,15 | 5,35 | 2,12 | 1,20 | 5,20 | 2,18 | 1,20 | 3,60 |

Verglichen mit der oben angeführten Tabelle von Brugsch und der bekannten Hassingschen Tabelle über den Rohrerschen Index (s. Brugsch-Levy, Biologie der Person, Lieferung 6) sind die Ergebnisse meiner Berechnungen im ganzen niedriger als bei den genannten Autoren.

Der Querschnittlängenindex nach Kaup beträgt bei Männern konstant 2,0—2,3. Werte unter 2.0 sind ein Hinweis für eine ungenügende Querschnittsentwickelung im Vergleich zur Längenentwickelung. Nach meiner Aufstellung betrug innerhalb der Körpergröße 161—182 cm bei 18 25jährigen Männern der Durchschnittswert des Kaupschen Index 2,19, mit einer Schwankungsbreite von 2,08—2,31, während der Rohrersche Index der gleichen Altersgruppe mit einem Mittelwert von 1,26 zwischen 1,30 und 1,15 schwankt. Die Schwankungsbreite des Kaupschen Index ist auch in der Altersgruppe 36—50 Jahre größer als die des Rohrerschen Index. Die Werte des Index Kaup sind in dieser Gruppe besonders hoch. Die Werte für den Rohrerschen Index liegen im allgemeinen bei Erwachsenen zwischen 1,10 und 1,90, bei 25jährigen Männern im Durchschnitt zwischen 1,2 und 1,5.

Im folgenden gebe ich eine Aufstellung von den Mittelwerten des Rohrerschen und Kaupschen Index bei sämtlichen von mir gemessenen

Männern und Frauen innerhalb verschiedener Lebensalter. Die entsprechende V.K. wird gleichzeitig mit angeführt.

Tabelle 9. Männer.

| | Lebensalter | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14—17 | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 51—55 | 56—60 | 61—72 |
| Rohrer . . . . | 1,27 | 1,24 | 1,27 | 1,33 | 1,31 | 1,38 | 1,37 | 1,37 | 1,34 | 1,35 | 1,46 |
| Kaup . . . . . | 2,07 | 2,11 | 2,20 | 2,26 | 2,26 | 2,31 | 2,31 | 2,37 | 2,30 | 2,30 | 2,40 |
| V.K. (Liter) . . | 3,60 | 4,20 | 4,70 | 4,50 | 4,60 | 3,90 | 3,85 | 4,00 | 3,65 | 3,65 | 3,20 |

Der Index Kaup steigt mit zunehmendem Alter, desgleichen wie der Rohrersche Index an. Die V.K. nimmt anfangs auch an Größe zu, fällt aber mit dem 26. Jahre wieder ab.

Tabelle 10. Frauen.

| | Lebensalter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 |
| Rohrer . . . . . | 1,31 | 1,33 | 1,38 | 1,43 | 1,58 | 1,60 |
| Kaup . . . . . | 2,12 | 2,15 | 2,19 | 2,22 | 2,53 | 2,67 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,30 | 3,45 | 3,55 | 2,95 | 2,90 | 2,90 |

Hohe Werte liefert der Index Kaup vom 36. Jahre ab, es ist die Zeit der starken Gewichtszunahme bei Frauen.

Es ist zuzugeben, daß der Kaupsche Index doch sehr richtig das Verhältnis von Körperfülle zu Körperlänge angeben kann.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Index Kaup . . . | 1,64—2,66 | 2,15 | 0,1 | 1,84—2,70 | 2,26 | 0,1 |
| Index Rohrer . . | 0,95—1,57 | 1,26 | 0,1 | 1,07—1,60 | 1,32 | 0,06 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,10—6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,00—6,45 | 4,60 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 51—72jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Index Kaup . | 1,84—3,19 | 2,33 | 0,1 | 1,9—2,97 | 2,33 | 0,1 | 1,71—3,28 | 2,31 |
| Index Rohrer | 1,01—1,93 | 1,37 | 0,07 | | | | 1,06—2,11 | 1,43 |
| V.K. (Liter) . . | 2,6—5,8 | 3,9 | 0,22 | 2,6—5,0 | 3,5 | 0,25 | 2,30—4,60 | 3,20 |

*a) Index* Kaup (Abb. 9). Bis zum Indexwert 2,00 verläuft die Kurve horizontal 50 ccm oberhalb der Linie des arithmetischen Mittels der V.K. Sie schneidet diese bei 2,05 und sinkt bis zum Indexwert 2,20 gleichmäßig herab. Die V.K. liegt hier

0,15 Liter unter dem Mittelwert. Von nun ab steigt die V.K. ständig an, schneidet bei 2,25 wieder den Mittelwert der V.K. und befindet sich beim oberen normalen Grenzwert des Index 0,3 Liter darüber. Außerhalb der Norm weiteres allmähliches Ansteigen der Kurve.

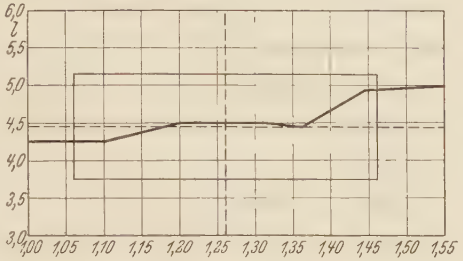


Abb. 10.
V.K. und Index Rohrer 18—25jähriger Männer.

*b) Index* Rohrer (Abb. 10). Die Kurve liegt beim unteren normalen Grenzwert des Rohrerschen Index (1,06) 0,3 Liter unterhalb des Mittelwertes der V.K. Dieser wird erreicht beim Indexwert 1,20 und bis 1,35 nicht mehr verlassen. Von hier ab erfolgt noch ein schnelles Ansteigen der Kurve, so daß am oberen Norm-Grenzwert des Index (1,46) die V.K. um 0,5 Liter höher ist als ihr Mittelwert (größer als + 1 $\sigma$). Außerhalb des Normfeldes konstanter Verlauf auf gleicher Höhe.

Während also die Kurve beim Rohrerschen Index einen gleichmäßigen Verlauf nimmt, ist dieser beim Kaupschen Index infolge der größeren Schwankungsbreite des Index scheinbar gestört. Die Maxima beider Kurven fallen in den Bereich der oberen normalen Werte der Indices. Im Bereich seiner unteren und mittleren Werte besitzt der Kaupsche Index keinen steigernden Einfluß auf die V.K. Die Zunahme der V.K. beträgt beim Rohrerschen Index 0,8 Liter, beim Kaupschen Index 0,25 Liter. Ohne Zweifel muß hier dem Rohrerschen Index der Vorzug gegeben werden.

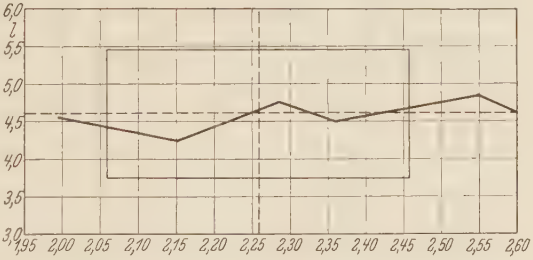


Abb. 22.
V.K. und Index Kaup 26—35jähriger Männer.

*a) Index* Kaup (Abb. 22). Es fällt ein stufenförmiger Verlauf der Kurve auf. Außerhalb des Normfeldes, beim Indexwert 2,0 beginnt die Kurve in einer Höhe von 4,55 Liter V.K., sie sinkt aber sofort ständig gleichmäßig ab und liegt bei 2,15 fast um — 1 $\sigma$ unter dem Mittelwert der V.K. Von hier ab Aufsteigen zum Maximum der V.K. = 4,75 Liter, und zwar kurz hinter dem arithmetischen Mittel des Kaupschen Index. Es folgt nun wieder eine Schwankung der Kurve unter den Mittelwert der V.K. (kleiner als $-{}^1/_2\,\sigma$), dem sich sofort ein erneuter Anstieg anschließt bis zu einer Höhe der V.K. von 4,7 Liter am oberen Norm-Grenzwert des Index (2,46). Außerhalb langsames weiteres Ansteigen der Kurve. Die Zunahme der V.K. im Normfeld beträgt 0,30 Liter.

*b) Index* Rohrer (Abb. 23). Die Differenz zwischen den unteren und oberen Grenzwerten der Norm ist bei diesen Altersgruppen wesentlich geringer. Das Maximum der Kurve fällt bereits in den Bereich der unteren Indexwerte (1,20—1,24). Danach wieder Abfall der V.K., die bei der Indexgröße 1,30 100 ccm unter ihrem arithmetischen Mittel liegt (kleiner als $-{}^1/_2\,\sigma$). Auf dieser Höhe bleibt die Kurve unentwegt stehen.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß in dieser Altersgruppe der Rohrersche Index in einem schlechten Verhältnis zur V.K. steht, da eine Größenzunahme der V.K. mit dem Ansteigen des Rohrerschen Index nicht erfolgt, die aber, wenn auch gering, beim Index Kaup vorhanden ist.

*a) Index* Kaup (Abb. 35). In Höhe des Mittelwertes der V.K. tritt die Kurve in das Normfeld ein, und zwar bei Index 2,13. Sie ist bis zum arithmetischen Mittel des Index (2,33) kaum gestiegen, erreicht aber dann bald bei Index 2,40 ihr Maximum und verläuft von hier aus in horizontaler Richtung bis zum oberen Norm-Grenzwert des Index (2,53). Zunahme der V.K. im Normbereich von 3,95 Liter auf 4,2 Liter.

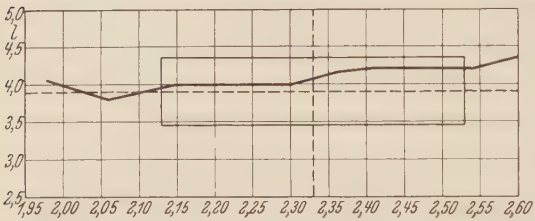


Abb. 35.
V.K. und Index Kaup 36—50jähriger Männer.

*b) Index* Rohrer (Abb. 36). Im Bereich der Norm ganz allmählicher Anstieg der Kurve. Sie liegt beim Index 1,23 0,15 Liter unter dem Mittelwert der V.K. (größer als — $^1/_2\,\sigma$), beim arithmetischen Mittel des Rohrerschen Index (1,37) schneidet sie die Linie der mittleren V.K. und erreicht ihren Höhepunkt kurz vor dem Verlassen des Feldes. Zunahme der V.K. von 3,8 Liter auf 4,15 Liter. Es ist auffallend, daß diese Kurve bereits bei einem niedrigen Indexwert (1,15), noch außerhalb des Normfeldes, ihr Maximum von 4,25 Liter erreicht und nach einem plötzlichen Abfall diese Höhe selbst an der oberen Grenze des Feldes nicht wieder erreicht.

Bei der Wahl zwischen Index Kaup und Rohrer muß nach dem besprochenen Kurvenverlauf der Index Kaup als geeigneter angesehen werden, das Verhältnis zur V.K. in gesetzmäßiger Weise darzustellen.

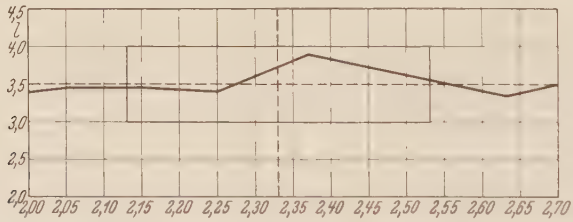


Abb. 42. V.K. und Index Kaup 51—72jähriger Männer.

*Index* Kaup (Abb. 42). Wir haben hier eine Kurve eigenartiger Form vor uns. Die Kurvenhöhe ist vor und hinter dem Normfeld fast gleich (50—150 ccm unter dem arithmetischen Mittel der V.K.) und auch zu Beginn des Feldes unverändert. Beim Index 2,25 beginnt aber eine plötzliche Steigerung, die kurz nach dem Mittelwert des Index (bei 2,37) ihren Höhepunkt erreicht und nun wieder langsam zum Ende hin abfällt. Beim Verlassen des Feldes liegt die V.K. noch 50 ccm über dem Mittelwert. Zunahme der V.K. im Normfeld 0,45 Liter.

Man kann aus dem Kurvenbild deutlich sehen, daß bei höheren Werten des Kaupschen Index, z. B. hier über 2,37, eine Steigerung der V.K. nicht mehr erfolgt. Dasselbe Verhalten ist auch bei entsprechenden hohen Werten des Rohrerschen Index zu erwarten.

*a) Index* Kaup (Abb. 52). Bei den unteren Indexwerten schneller Anstieg der Kurve, der im Bereich der mittleren Werte (2,10—2,30) in Form geringgradiger Auf- und Niederbewegungen abflacht und dabei das Kurvenmaximum mit der Höhe 3,2 Liter V.K. erreicht. Danach allmählicher Abfall bis zu einer konstanten Höhe von 3,0 Liter.

*b) Index* Rohrer (Abb. 53). Die Kurve läuft im Bereich der unteren und mittleren Indexwerte fast völlig horizontal in der V.K.-Höhe von 3,0 bis 3,1 Liter. Mit dem Beginn der höheren Indexwerte erfolgt ein ständiges Absinken bis zu 0,35 Liter gegenüber dem Kurvenmaximum.

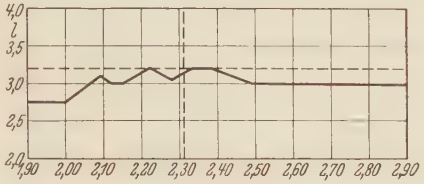


Abb. 52.
V.K. und Index Kaup 18–55jähriger Frauen.

Ohne Zweifel muß nach den graphischen Darstellungen auch hier dem Kaupschen Index der Vorzug gegeben werden, den dieser mit Ausnahme der Männergruppe 18—25 Jahre auch sonst im ganzen beibehält.

## VI. Körperoberfläche.

Auf die konstante Beziehung der V.K. zur Körperoberfläche haben viele Autoren hingewiesen (Dreyer, West, Myers, Arnold, Monoldi, Wilson und Piolti).

West rechnet bei Männern auf 1 qm Körperoberfläche 2,61 Liter V.K., bei Frauen 2,07 Liter V.K. Wilson gibt dagegen auf 1 qm Körperoberfläche allgemein 1,93 Liter V.K., Monoldi 2,0 Liter V.K. an. Bowen empfiehlt bei Fettleibigen die V.K. nicht mit der Körpergröße, sondern mit der Körperoberfläche zu berechnen, da andernfalls Fehler bis 20% entstehen.

An Hand der von mir festgestellten Werte der V.K. habe ich für meine Messungen das Verhältnis der V.K. zur Körperoberfläche bei Männern und Frauen berechnet und dabei folgende Ergebnisse bekommen: Es fallen bei Männern auf 1 qm Körperoberfläche im 14.—17. Jahre 2,4 Liter V.K., im 18.—20. Jahre 2,5 Liter, im 21.—35. Jahr 2,6 Liter, vom 36. Jahre ab 2,3—2,2 Liter V.K. Bei den Frauen sind auf 1 qm Körperoberfläche anzurechnen: im 18.—20. Jahre 2,1 Liter V.K., im 21.—30. Jahre 2,2 Liter, im 31.—40. Jahre 1,9 Liter und im 41.—55. Jahre 1,7 Liter V.K.

Ich gebe untenstehend eine Aufstellung über die Größe der mittleren Körperoberfläche der gemessenen Männer und Frauen in verschiedenen Lebensaltern.

Tabelle 11. Männer.

| | Lebensalter | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14—17 | 18—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 51—55 | 56—60 | 61—72 |
| Oberfläche (qm) | 1,59 | 1,69 | 1,77 | 1,74 | 1,77 | 1,75 | 1,74 | 1,80 | 1,70 | 1,71 | 1,74 |
| V.K. (Liter) . . | 3,60 | 4,20 | 4,70 | 4,50 | 4,60 | 3,90 | 3,85 | 4,00 | 3,65 | 3,65 | 3,20 |

Mit dem 21.—25. Jahre, dem Alter des Wachstumsabschlusses, läßt sich ein Stillstand in der Größe der Körperoberfläche feststellen.

Beachtenswert ist ein erneuter Anstieg im 46.—50. Jahre, infolge des in diesem Jahrfünft beobachteten höchsten Körpergewichtes.

Tabelle 12. Frauen:

| | Lebensalter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18–20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—55 |
| Oberfläche (qm) . | 1,57 | 1,59 | 1,59 | 1,60 | 1,63 | 1,71 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,30 | 3,45 | 3,55 | 2,95 | 2,90 | 2,90 |

Bei den Frauen findet eine gleichmäßige Zunahme der Körperoberfläche bis zum 40. Jahre statt, danach stärkeres Ansteigen wegen der natürlichen Körpergewichtszunahme.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Oberfläche (qm) . | 1,50—2,05 | 1,73 | 0,1 | 1,52—1,98 | 1,76 | 0,05 |
| V.K. (Liter) . . . | 3,10—6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,00—6,45 | 4,60 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Oberfläche (qm) . . . | 1,41—2,13 | 1,76 | 0,06 | 1,31—1,93 | 1,61 |
| V.K. (Liter) . . . . | 2,60—5,80 | 3,90 | 0,22 | 2,30—4,60 | 3,20 |

*Abb. 11.* Wir sehen eine steil aufsteigende Kurve, deren Eintritt in das Normfeld bei einer Höhe von 3,85 Liter V.K. erfolgt, die die Linie der mittleren Körperoberfläche bei 4,5 Liter kreuzt und das Feld mit einer Höhe von 5,0 Liter verläßt. Außerhalb fortgesetzter Kurvenanstieg. Die Zunahme der V.K. im Normbereich beträgt 1,15 Liter.

*Abb. 24.* Noch außerhalb des Normfeldes beginnt eine rasche Größenzunahme der V.K., diese hat beim Eintritt der Kurve in das Feld 4,3 Liter erreicht und setzt die angenommene Richtung bis zum arithmetischen Mittel der Körperoberfläche fort. Hier bei einem Wert der V.K. von 4,8 Liter flacht nun die Kurve im weiteren Verlauf ab, verläßt das Feld mit 5,0 Liter V.K. und liegt auch außerhalb der Norm (bei 1,90 qm Körperoberfläche) weiterhin horizontal. Zunahme der V.K. im Normbereich 0,7 Liter.

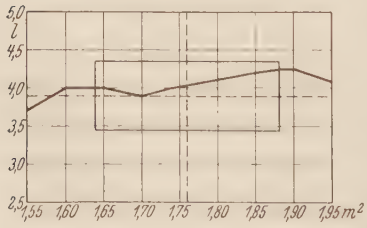


Abb. 37.
V.K. und Körperoberfläche
36—50jähriger Männer.

*Abb. 37.* Es ist jetzt bereits eine wesentliche Abflachung im Kurvenanstieg zu beobachten. Unterhalb der Körperoberflächengröße von 1,60 qm erfolgt ein schneller Anstieg der V.K., der aber dann mit dem Wert 1,60 abebbt und im folgenden bis zur Linie der mittleren Körperoberfläche im wesentlichen in der Höhe der mittleren V.K. verweilt (3,9—4,0 Liter). Erst mit dem Beginn der zweiten Hälfte des

Normfeldes steigt die V.K. wieder an, sie beträgt beim Austritt aus diesem 4,25 Liter. Zunahme der V.K. 0,25 Liter. Es ist bemerkenswert, daß von der Körperoberflächengröße 1,90 qm ab ein Rückgang der V.K. stattfindet.

*Abb. 54.* Im Bereich der Werte bis zur mittleren Körperoberfläche besteht rasches Ansteigen der V.K. von 2,3 auf 3,25 Liter, in dieser erreichten Höhe verläuft die Kurve bis zur Körperoberfläche von 1,68 qm, danach beginnt ein ziemlich rascher Abfall der V.K.

Im allgemeinen ist über das Verhältnis zwischen V.K. und Körperoberfläche bei Männern und Frauen zu sagen, daß mit der Größenzunahme der Körperoberfläche auch ein ständiges Ansteigen der V.K. beobachtet wird, daß das absolute Maß der V.K.-Zunahme natürlich mit den Jahren und bei Frauen geringer wird und daß außerdem Werte der Körperoberfläche über 1,90 qm bei Männern vom 26. Lebensjahre ab einen Stillstand oder sogar einen Rückgang der V.K. bedingen. Bei den Frauen beginnt mit den allgemein niedrigeren Werten der Körperoberfläche auch der Abfall der V.K. früher.

## VII. Körpergröße.

Bereits Hutchinson hat auf die Abhängigkeit der V.K. von der Körpergröße hingewiesen und hat als erster versucht, die Höhe der V.K. beim normalen Menschen mit Hilfe der Körpergröße rechnerisch zu bestimmen. Seitdem ist von den verschiedensten Seiten immer wieder die Wichtigkeit dieser Beziehung betont worden (Arnold, Hewlett, Jackson, Krishnan, Piolti, Myers und Long, Roggers).

Krishnan gibt an, daß auf 1 cm der Körpergröße 17,5 ccm V.K. fallen. Dieser Vorschlag ist aber nicht verwertbar, da z. B. eine Größe von 175 cm erst eine V.K. von 3,0 Liter bewirken würde. Roggers nimmt das Verhältnis der Körperhöhe zur V.K. mit 0,47 an bei einer Durchschnittsgröße von 175 cm (400 untersuchte gesunde Studenten).

Auf Grund meiner Untersuchungen fand ich bei 18—25jährigen Männern mit einer Durchschnittsgröße von 170 cm das Verhältnis der Körpergröße zur V.K. mit 0,39, bei 26—35jährigen Männern mit der Durchschnittsgröße von 173 cm war das Verhältnis 0,38, bei 36—50jährigen Männern (mittlere Größe = 169 cm) betrug das Verhältnis 0,43 und bei Männern im Alter von 51—60 Jahren ergab dieses Verhältnis 0,47 (Durchschnittsgröße 171 cm). Bei Frauen von 18—30 Jahren und 162 cm Körpergröße fand sich ein Verhältnis von 0,48 und bei Frauen von 31 bis 55 Jahren mit 159 cm Körpergröße ein solches von 0,56. Die Verhältniszahl von Körpergröße zu V.K. ist bei den Männern meiner Messungen bis zu 50 Jahren niedriger als bei den Studenten von Roggers, da der Körpergrößenwert niedriger, die V.K. aber höher ist.

Arnold hat an Hand von Messungen deutscher Studenten eine Tabelle aufgestellt, die das Ansteigen der V.K. mit zunehmender Körpergröße deutlich zeigt. Die V.K. steigt bei einer Größenzunahme von 5 cm durchschnittlich um 200 ccm und schwankt zwischen 150—270 ccm innerhalb der einzelnen Größengruppen.

An den von mir gemessenen Männern (vgl. Tab. 8) konnte ich eine dauernde Regelmäßigkeit der V.K.-Steigerung nicht beobachten, da es sich ja um Messungsergebnisse jeweils mehrerer zusammengefaßter Jahrgänge handelt, zu dem kommt die große Unterschiedlichkeit des Materials. Die in Tab. 5 u. 6 angeführten Aufstellungen von Männern und Frauen demonstrieren eine Zunahme der durchschnittlichen Körpergröße bei Männern und Frauen bis zum 30. Jahre. Der sich anschließende Rückgang ist bei den Männern, entsprechend dem Ansteigen, stärker, bei den Frauen aber nur gering. Auffallend ist der abermals hohe Wert der Körpergröße bei Männern in der Gruppe 51—55 Jahre, bei Frauen von 41—55 Jahren. Rott bekam bei 16—30jährigen Turnerinnen eine mittlere Körpergröße von 158 cm.

Eine andere Tabelle von Arnold enthält verschiedene Größen der V.K. mit einer prozentualen Verteilung auf mehrere Körpergrößengruppen. Man sieht, daß der Wert der V.K. von 3 6—4,2 Liter in allen Körpergrößengruppen, mit Ausnahme der Gruppe 178,1 cm, prozentual am stärksten vertreten ist.

Die Einteilung der Wuchsformen ist nach Brugsch erfolgt, und zwar reicht der Mittelwuchs der Männer von 169—173 cm. Werte darunter und darüber entsprechen dem Klein- und Hochwuchs. Mittelwüchsige Frauen besitzen die Größe von 155—161 cm.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Körpergröße (cm) . . | 159—187 | 170 | 3,2 | 155—185 | 172,5 | 3,8 |
| V.K. (Liter) . . . . | 3,10—6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,00—6,45 | 4,6 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 51—72jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Körpergröße (cm) | 151—184 | 169 | 2,5 | 152—181 | 169 | 2,1 | 142—176 | 160 |
| V.K. (Liter) . . | 2,6—5,8 | 3,9 | 0,22 | 2,6—5,0 | 3,5 | 0,25 | 2,3—4,6 | 3,2 |

*Abb. 12.* Im Bereich des Klein- und Hochwuchses steil aufsteigende Kurve, die nur in der Ausdehnung des Mittelwuchses eine Remission erfährt, und zwar maximal um 150 ccm. Zunahme der V.K. im Normfeld von 3,85 auf 5,0 Liter. Außerhalb erfolgt weiteres Ansteigen der V.K.

Der außerordentlich günstige Kurvenverlauf veranschaulicht das Ansteigen der V.K. bei jungen Leuten mit der zunehmenden Körpergröße. Die Körpergröße ist demnach imstande, einen normalen Wert der V.K. zu geben.

*Abb. 25.* Die Kurve steigt innerhalb des Normfeldes im Bereich des Kleinwuchses schnell an, erreicht mit Beginn des Mittelwuchses die Linie der mittleren V.K. und gelangt bei 172 cm Körpergröße zum Höhepunkt der V.K. = 4,8 Liter. Danach erfolgt ein allmählicher Abfall um 0,2 Liter (größer als $+ \frac{1}{2}\sigma$) und Wiederanstieg

der Kurve, die in der Höhe von 4,8 Liter V.K. das Feld verläßt und außerhalb weiterhin die Aufwärtsrichtung beibehält. Die Zunahme der V.K. im Normfeld beträgt 0,6 Liter.

In dieser Gruppe wächst die V.K. bei dem kleinen Mittelwuchs an, hält aber dann im Bereich des Hochwuchses bis zur Größe 180 cm einen

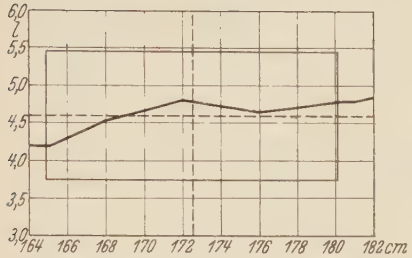


Abb. 25. V.K. und Körpergröße 26—35jähriger Männer.

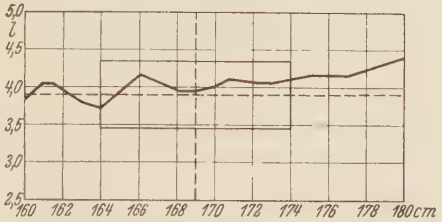


Abb. 38. V.K. und Körpergröße 36—50jähriger Männer.

Gleichstand inne, erst mit hohen Werten des Hochwuchses nimmt sie wieder an Größe zu.

*Abb. 38.* Im Bereich des Kleinwuchses, vor und in dem Normfeld, stellt sich die Kurve der V.K. als Wellenlinie mit Schwankungen von kleiner und größer als $\pm 1\,\sigma$ um die mittlere V.K. dar. Es wird so das erste Maximum von 4,15 Liter erreicht bei der Körpergröße 166 cm. Mit dem Beginn des Mittelwuchses sinkt die V.K. nicht mehr unter ihren Mittelwert, sie verläßt das Feld mit 4,1 Liter und steigt bis zur Körpergröße 180 cm noch auf 4,35 Liter. Zunahme der V.K. im Normfeld 0,35 Liter.

Demnach ist eine wirkliche V.K.-Zunahme mit dem Anwachsen der Werte des Klein- und Mittelwuchses nicht zu verzeichnen, erst dem Hochwuchs gelingt ein Einfluß auf die V.K. in dieser Hinsicht.

*Abb. 43.* Diese graphische Darstellung demonstriert einen geradlinigen Kurvenverlauf mit einer beständigen, wenn auch geringen V.K.-Zunahme bei den 3 Typen des Klein-, Mittel-, und Hochwuchses. Die V.K.-Zunahme im Normfeld beträgt 0,3 Liter.

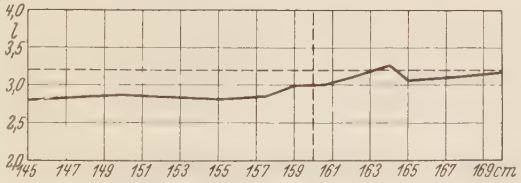


Abb. 55.
V.K. und Körpergröße 18—55jähriger Frauen.

*Abb. 55.* In ganzer Ausdehnung des Kleinwuchses besteht kein Anwachsen der V.K. Die Kurve verläuft horizontal 0,4 Liter unterhalb der mittleren V.K. Mit dem Beginn des Mittelwuchses und fortsetzend mit den Anfangswerten des Hochwuchses erfolgt eine rasche Zunahme der V.K. bis 3,25 Liter. Daran schließt sich ein Abfall mit abermaliger V.K.-Zunahme an.

Abschließend ist zu sagen, daß die Körpergröße bei Männern und Frauen normale Werte der V.K. liefert.

## VIII. Index der Schulterbreite.

Nach Brugsch läuft dem Index der Schulterbreite der proportionelle Brustumfang parallel.

Je nach der Größe des Index unterscheidet Brugsch engschultrige, mittelschultrige und weitschultrige Männer mit den entsprechenden Indexwerten: kleiner als 22,0, 22,0—23,0, größer als 23,0. Die Werte bei den Frauen sind etwas niedriger: engschultrig unter 21,5, mittelschultrig 21,5—22,5 und weitschultrig über 22,5.

Es soll im folgenden besprochen werden, ob ein Verhältnis des Schulterbreitenindex zur V.K. besteht.

*Besprechung der graphischen Darstellungen.*

| | 18—25jährige Männer | | | 26—35jährige Männer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* | $\sigma$ |
| Schulterbreitenindex . . | 19,5—23,6 | 21.8 | 0,3 | 19,5—23,6 | 21.4 | 0,3 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 3,1— 6,85 | 4,45 | 0,35 | 3,0— 6,45 | 4,6 | 0,42 |

| | 36—50jährige Männer | | | 18—55jährige Frauen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *M* | $\sigma$ | *V* | *M* |
| Schulterbreitenindex . . . | 20,1—24,4 | 21.9 | 0,3 | 19,4—24,8 | 21.5 |
| V.K. (Liter) . . . . . | 2,6— 5,8 | 3.9 | 0,22 | 2,3— 4,6 | 3.2 |

*Abb. 13.* Der mittlere Schulterbreitenindex meiner Messungen beträgt 21,8, das dadurch bestimmte Normfeld zeigt eine in dieser Altersgruppe natürliche Verschiebung nach der Seite der Engschultrigkeit. Die graphische Darstellung demonstriert das Verhältnis zwischen Schulterbreitenindex und V.K. bei engschultrigen,

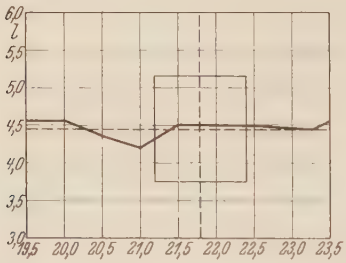


Abb. 13.
V.K. und Schulterbreitenindex
18—25jähriger Männer.

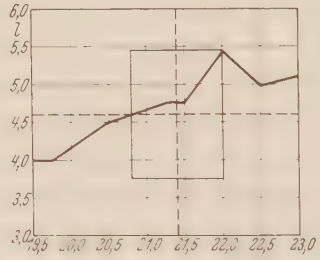


Abb. 26.
V.K. und Schulterbreitenindex
26—35jähriger Männer.

mittelschultrigen und weitschultrigen Männern, bei ersteren in besonderer Ausdehnung, bei letzteren nur angedeutet. Die Kurve verläuft meist etwas oberhalb der mittleren V.K., sie senkt sich allerdings vom Index 20,2—21,4 unter die Mittellinie (maximal um 0,30 Liter). Vom Index 21,5 ab erfolgt ein horizontaler Verlauf in der Höhe 4,5 Liter. Das Ende der Kurve zeigt mit dem Beginn der Weitschultrigkeit eine aufsteigende Tendenz.

Die Beziehung zwischen der V.K. und den Werten des Schulterbreitenindex, die der Eng- und Mittelschultrigkeit entsprechen, sind in

dieser Altersgruppe derart, daß die V.K. trotz des Anwachsens des Index ihren Gleichstand in Höhe ihres arithmetischen Mittels beibehält.

*Abb. 26.* Auch hier ist das Normfeld durch die große Anzahl der engschultrigen Männer nach dieser Seite verschoben. Der Kurvenverlauf ist wesentlich verschieden von der vorigen Darstellung, da nämlich die V.K. in fortgesetztem Anstieg von der Höhe 4,0 Liter beim Index 19,3 bis zu einer Höhe von 5,1 Liter beim Indexwert 23,0 zunimmt. Der Eintritt der Kurve in das Normfeld erfolgt auf der Linie der mittleren V.K. (4,5 Liter), der Austritt findet mit 4,85 Liter statt.

Die graphische Darstellung läßt hier in vorbildlicher Weise das Ansteigen der V.K. mit der Größenzunahme des Schulterbreitenindex erkennen.

*Abb.* 39. Das Kurvenbild dieser Altersgruppe ähnelt anfangs dem der Gruppe 18—25 Jahre. Außerhalb des Normfeldes, das auch hier eine Unterwertigkeit besitzt, liegt die Kurve mit 4,35 Liter V.K. beim Index 20,0—20,5 auf ihrem Höhepunkt. Es erfolgt dann ein starker Abfall der V.K. bis auf 3,95 Liter beim Index 21,3, dem sich nun im Normbereich ein schneller erneuter Anstieg auf 4,2 Liter, unmittelbar hinter dem arithmetischen Mittel des Schulterbreitenindex, anschließt. Im Gegensatz zur graphischen Darstellung, Abb. 13, verliert aber nun die V.K., erst allmählich, dann stärker mit dem Beginn der Indexwerte über 23,0 an Größe. Auffallend ist, daß hier, wie in der Darstellung Abb. 13, im Bereich der Indexwerte 20,5—21,5 und 22,0 ein tiefes Wellental der Kurve vorliegt, das nur durch den Zufall der Messungen verursacht sein kann.

Wir müssen demnach in dieser Gruppe noch nicht einmal einen Gleichstand, sondern sogar einen allmählichen Abfall der V.K. mit dem Anwachsen des Schulterbreitenindex feststellen. Bezüglich des auffallenden andersartigen Verhältnisses zwischen V.K. und Schulterbreitenindex in der Altersgruppe der 26—35jährigen Männer, gegenüber den anderen Jahrgängen der Männer und Frauen, sei auf die ähnlichen Vorgänge in den graphischen Darstellungen des proportionellen Brustumfanges verwiesen, wo auch die Gruppe der 26—35jährigen Männer eine Sonderstellung einnimmt.

*Abb. 56.* Im Bereich des Schulterbreitenindex 19,5—21,5, also bei engschultrigen Frauen, steigt die V.K. von 2,75 Liter auf 2,90 Liter und geht dann wieder zurück auf 2,7 Liter. Das Kurvenmaximum erreichen die mittelschultrigen Frauen mit 3,0 Liter V.K. (Index 22,0). Nach einer kleinen Remission der V.K. beim Index 22,5 läuft die Kurve mit den Werten des Schulterbreitenindex, die der Weitschultrigkeit entsprechen, wieder nach aufwärts bis zur Höhe von 2,95 Liter beim Index 23,5.

Wenn auch die Höchstwerte der V.K. bei den engen, mittel- und weitschultrigen Frauen nicht viel voneinander differieren, so ist doch das Kurvenbild infolge der Schwankungen kein vollständig starres. Im ganzen ist das Verhältnis des Schulterbreitenindex der Frauen zur V.K. ein unverändertes, d.h., eine Steigerung der V.K. findet nicht statt.

## IX. Zusammenstellung der nach den Formeln berechneten Werte der V.K.

In die untenstehenden Tabellen sind nur Mittelwerte der V.K. eingetragen. Die Angabe der stetigen Abweichung, die auch für die rechnerisch gefundene V.K. von mir ermittelt wurde, war nicht notwendig.

In der Rubrik „Differenz" ist der Abstand der gemessenen V.K. von der jeweils errechneten angeführt.

1. Werte der V.K. nach der Methode von Lundsgaard und van Slyke (Formel 1).

| Jahresgruppe | Gemessene V.K. (Liter) | Errechnete V.K. (Lit.) nach Formel 1 | Differenz in Liter nach Formel 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Knipping |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *a) Männer.* | | | | | | |
| 14—17 | 3,6 | 3,4 | +0,2 | 0,0 | +0,35 | —0,2 | —0,05 | —0,1 | —0,15 |
| 18—20 | 4,2 | 3,8 | +0,4 | +0,4 | +0,55 | +0,1 | +0,15 | +0,2 | +0,45 |
| 21—25 | 4,7 | 4,15 | +0,55 | +0,8 | +1,0 | +0,55 | +0,55 | +0,55 | +0,85 |
| 26—30 | 4,5 | 3,9 | +0,6 | +0,5 | +0,75 | +0,35 | +0,5 | +0,4 | +0,85 |
| 31—35 | 4,6 | 4,3 | +0,3 | +0,65 | +0,8 | +0,5 | +0,5 | +0,4 | +0,95 |
| 36—40 | 3,9 | 4,2 | —0,3 | —0,05 | —0,05 | —0,1 | —0,05 | —0,25 | +0,3 |
| 41—45 | 3,85 | 4,35 | —0,50 | —0,15 | +0,10 | —0,15 | —0,05 | —0,3 | +0,4 |
| 46—50 | 4,00 | 4,15 | —0,15 | —0,05 | +0,2 | —0,15 | —0,1 | —0,25 | +0,45 |
| 51—55 | 3,65 | 4,3 | —0,65 | —0,3 | —0,05 | —0,35 | —0,25 | —0,45 | +0,3 |
| 56—60 | 3,65 | 3,9 | —0,25 | —0,35 | —0,15 | —0,35 | —0,3 | —0,45 | +0,4 |
| 61—72 | | | | | —0,45 | —0,65 | —0,55 | —0,85 | +0,1 |
| | | | *b) Frauen.* | | | | | | |
| 18—20 | 3,3 | 2,65 | +0,65 | —0,3 | +0,65 | —0,4 | —0,25 | —0,35 | 0,0 |
| 21—25 | 3,45 | 3,2 | +0,25 | —0,25 | +0,75 | —0,25 | —0,10 | —0,25 | +0,25 |
| 26—30 | 3,55 | 3,3 | +0,25 | —0,15 | +0,9 | —0,05 | +0,15 | +0,05 | +0,4 |
| 31—35 | 2,95 | 3,2 | —0,25 | —0,75 | +0,3 | —0,65 | —0,45 | —0,75 | —0,15 |
| 36—40 | 2,9 | 3,35 | 0,45 | —0,9 | —0,35 | 0,55 | 0,35 | 0,8 | 0,2 |
| 41—55 | 2,9 | 3,6 | —0,7 | —0,9 | +0,05 | —0,7 | —0,55 | —1,15 | —0,3 |

Bemerkenswert ist, daß bis zum Alter von 35 Jahren die gemessene V.K. mit 0,2—0,6 Liter überwertig ist, danach bleibt sie aber hinter der errechneten V.K. um 0,15—0,65 Liter zurück. Dieses Verhalten erklärt sich durch verhältnismäßig nur gering von einem Mittelwert abweichende Ergebnisse der V.K., infolge der ziemlich konstanten Differenz zwischen den Exspirations- und Inspirations-Lungenvolumina, obwohl diese Maße, absolut genommen, in den einzelnen Altersgruppen von sehr verschiedener Größe sind.

Auffallend sind die Werte der errechneten V.K. in der Gruppe 18—20 und 41 bis 55 Jahre, während sonst die Größe der V.K. annähernd gleich ist. Der Umschlag der Differenz nach der negativen Seite erfolgt nach dem 30. Lebensjahre.

2. Werte der V.K. nach der Formel nach Piolti errechnet (Formel 2).

Es fallen die annähernd gleichen Werte der errechneten V.K. vom 18. Lebensjahre ab auf, die in der Konstanz des Brustumfanges begründet sind. Diese Starrheit der formelmäßig gefundenen V.K. zeigen natürlich auch die Ergebnisse bei den Frauen.

3. Größen der V.K. nach der Formel von Brugsch (Formel 3).

Es ergeben sich für die errechnete V.K. vom 18. Jahre ab Werte von 3,65 bis 3,95, wodurch die gemessene V.K. bis maximal 0,45 Liter unterwertig wird.

Mit Ausnahme der Gruppe 41—55 Jahre findet sich eine konstante Größe der errechneten V.K. von 2,65—2,85 Liter. Diese Formel liefert die absolut niedrigsten Werte der V.K. bei Frauen. Im allgemeinen ist die errechnete V.K. bei Frauen größer als die gemessene.

4. Größen der V.K., berechnet nach der Formeln von Hewlett-Jackson und Myers (Formeln 4 und 5).

Die Ergebnisse der V.K. nach der Methode von Hewlett stehen zwischen denen der Formeln 1 und 2, die nach der Methode von Myers gefundene V.K. entspricht dem Rechenwert der Formel 2.

Bei den Frauen deckt sich die Tabelle 4 ungefähr mit der Aufstellung 2, während die Tabelle 5 mit ihren Ergebnissen der V.K. zwischen Formel 1 und 4 liegt.

5. Wertangaben der V.K. nach der Formel 6 berechnet.

Abgesehen von der Altersgruppe 14—17 Jahre schwanken die Werte der V.K. zwischen 4,0 und 4,25. Es war in allen bisherigen Tabellen der Männer typisch, daß der Umschwung in der Differenz der gemessenen V.K. zur errechneten V.K. von der positiven nach der negativen Seite immer nach dem 35. Lebensjahre auftrat.

Es ergeben sich abermals hohe Maße der V.K., wie sie bereits in der Aufstellung 2 und 4 gefunden wurden. Bemerkenswert ist auch die plötzliche starke Zunahme der V.K. nach dem 40. Lebensjahre.

6. Die Soll-Vitalkapazität nach Knipping.

Die Tabelle zeigt, daß nur bei dieser Berechnungsmethode die V.K. der Männer nach dem Erreichen des Höchstwertes im 21.—25. Jahre mit dem weiteren Lebensalter allmählich abfällt, um im 61.—72. Jahr auf ihr Minimum zu gelangen.

Die Knippingsche Formel ist einzig und allein imstande, eine Darstellung von dem normalen Verlauf der V.K. in den verschiedenen Lebensaltern zu geben. Die Größen der errechneten V.K. bleiben allerdings bedeutend hinter den gemessenen Werten zurück.

Bei den Frauen erfolgt ein Abfall der errechneten V.K. von Anfang an, die gemessene V.K. sinkt aber nach dem 30. Jahre bedeutend schneller ab.

Zur Beurteilung der Verwendbarkeit sämtlicher behandelten Formeln ist folgendes festzustellen: Ich habe keine Möglichkeit gefunden, meine experimentell ermittelten Werte der V.K. auch rechnerisch zu gewinnen. Die Formeln liefern mit Ausnahme der Berechnung der Soll-Vitalkapazität nach Knipping jeweils einen Einheitswert für fast alle Lebensalter, der meist bei Männern zwischen 3,8 und 4,3 Liter V.K. und bei Frauen zwischen 3,4 und 3,7 Liter V.K. schwankt.

## X. Die Volumina der V.K. im Stehen, Sitzen und Liegen.

Besonders hat Bohr auf die Verschiedenheit des Volumens der V.K. bei Änderung der Körperhaltung hingewiesen.

Er konnte allerdings keinen konstanten oder bedeutenden Unterschied in der Größe der V.K. bei ungezwungenem Stehen und beim Sitzen mit aufgerichtetem Oberkörper feststellen, dagegen wies er eine beträchtliche Abnahme der V.K. bei der Längslage gegenüber der stehenden oder sitzenden Stellung nach. Die Abnahme der V.K. trat sofort nach Einnahme der Längslage auf und behielt auch während der folgenden Zeit dieselbe Größe bei, sie verschwand sofort wieder nach dem Aufstehen. Der Grund dieses Verhaltens der V.K. muß wohl besonders auf einer behinderten Ausatmung beruhen, da die Bauchmuskulatur im Liegen weniger kräftig benutzt wird.

Ähnliche Verhältnisse in der Änderung des Volumens der V.K. bei verschiedener Körperhaltung konnte ich auch feststellen.

Bei den Männern meiner Messungen war die V.K. im Liegen durchschnittlich um 5,2%, mit einer Schwankungsbreite von 1,9—10,0%, gegenüber der Größe der V.K. im Stehen eingeschränkt. Bei den Frauen war die V.K. im Liegen durchschnittlich um 6,3% niedriger, mit einer Variationsbreite von 2,0—10,0%. Die V.K. war im Sitzen oder Stehen bei 90% der Männer und Frauen gleich, nur 10% der Männer zeigte einen Unterwert der V.K. im Sitzen gegenüber dem Stehen von durchschnittlich 3,2% und 10% der Frauen einen solchen von 4,0%. Gleiches Volumen der V.K. im Liegen und Sitzen oder Stehen kam bei Frauen fast gar nicht vor, bei Männern in 12,5% der Fälle.

In der Literatur wird angegeben, daß die V.K. bei 80% der Gesunden im Liegen um 5,5% eingeschränkt sei, bei fetten Frauen bis zu 20%.

## XI. Der prozentuale Anteil der Thoraxformen.

Über die prozentuale Verteilung der 3 bekannten Thoraxformen, des normalen, paralytischen und emphysematösen Brustkorbes, bei den von mir gemessenen Männern und Frauen ist zu sagen, daß der Anteil des emphysematösen Thorax bei Männern 8,5%, bei Frauen 6,9% betrug. Der paralytische Thorax war bei den Frauen nicht vertreten, bei den Männern mit 2%. Eine wesentliche Beeinflussung der V.K. durch die emphysematöse und paralytische Thoraxform im Vergleich zum normal gebauten Brustkorb konnte ich bei meinen Messungen nicht feststellen.

## XII. Zusammenhang zwischen unterer Atmung und Rippenbogenbewegung.

Zum Abschluß der Arbeit möchte ich noch über einen Zusammenhang von V.K. und Rippenbogenbewegung bei der Atmung sprechen.

Es ist ersichtlich, daß man in dem Grade der Rippenbogenbewegung mit der Ein- und Ausatmung die beste Kontrolle über die Funktion der so überaus wichtigen unteren Atmung besitzt. Mit einer deutlichen Beeinträchtigung der unteren Atmung und des dadurch stark beeinträchtigten Atemeffekts muß auch eine Verminderung der V.K. einhergehen. Ich habe deshalb bei meinen Messungen mich immer von dem Maße der Rippenbogenausdehnung bei der Einatmung und der Einziehung bei der Ausatmung unterrichtet. Ich konnte feststellen, daß bei organisch gesunden Männern, von mindestens mittlerer Größe und mittlerem Gewicht, Werte der V.K. von 2,5—3,5 Liter immer mit einer Einschränkung der Rippenbogenbewegung einhergingen. Das gleiche gilt bei Frauen mit einer Größe der V.K. von 1,6—2,3 Liter. Umgekehrt werden extreme Werte der V.K. nur unter stärkster Ausdehnung der Rippenbögen erreicht.

## Literaturverzeichnis.

Anthony, A. J.: Untersuchungen über Lungenvolumina und Lungenventilation. Dtsch. Arch. klin. Med. **167**, 129f. — Arnold: Lungenfassungsvermögen, Handdruckkraft und Gesamtzugkraft bei körperlich gut entwickelten deutschen Studenten und ihre Beziehungen zu verschiedenen Körpermaßen und Indices. Z. Konstit.lehre **1932**, Nr 17, 155f. — Beziehungen zwischen physiologischen Funktionen (Atembreite, Lungenfassungsvermögen, Handdruckkraft und Gesamtzugkraft) und leichtathletische Übungen. Z. Konstit.lehre **1932**, Nr 17, 169f. — Bauer, Julius: Vorlesungen über allgemeine Konstitutions- und Vererbungslehre, 2. Aufl., S. 175f. Wien 1923. — Benedetti, P.: Über die Konstitutionstypenbestimmungen mittels anthropometrischen Indices. Z. Konstit.lehre **1932**, Nr 17, 180f. — Berliner, M.: Entwicklungsalter und Pubertät. Biologie der Person. 6. Lieferung. Herausg. Brugsch, Levy 1927. — Bohr: Die funktionellen Änderungen in der Mittellage und Vitalkapazität der Lunge. Dtsch. Arch. klin. Med. **88**. — Brugsch, Th.: Die Morphologie der Person. Biologie der Person. 6. Lieferung. Herausg. Brugsch, Levy 1927. — Konstitutionslehre. Z. ärztl. Fortbild. **1933**, Nr 22, 23; **1934**, Nr 3, 4, 5, 6. — Brugsch u. Schittenhelm: Klinische Laboratoriumstechnik, Bd. 3, S. 1559f. 1928. — Bruns, O. u. R. Herbst: Die Veränderungen der Lungenfunktion durch Emphysem, Bronchitis und Asthma bronchiale. Münch. med. Wschr. **1932 II**, 1385f. — Goldscheider: Über Atemnot. Med. Klin. **1932**, Nr 4. — Hasselbalch, K. A.: Über die Einwirkung der Temperatur auf die vitale Mittellage der Lungen. Dtsch. Arch. klin. Med. **93** (1908). — Hörnicke, E.: Atmung und Leistungsfähigkeit. Münch. med. Wschr. **1924 II**, 1569f. — Hofbauer, L.: Atmungspathologie und -therapie. Berlin 1921. — Jansen, K., H. W. Knipping u. K. Stromberger: Klinische Untersuchungen über Atmung und Blutgase. Beitr. Klin. Tbk. **80**, H. 3, 304. — Kaup, J.: Bedeutung des Normbegriffes in der Personallehre. Biologie der Person. 1. Lieferung. Herausg. Brugsch-Levy 1926. — Landolt-Börnstein: Physikalisch-chemische Tabellen, 3. Aufl. 1905. — Pende, N.: Das Gesetz der morphogenetischen Korrelation von Viola und die Grundlagen der Pathologie des Wachstums und der Konstitution. Z. Konstit.lehre **1922**, Nr 8. — Die italienische Konstitutionsforschung. Erg. Med. **10** (1927). — Schall, H.: Nahrungsmitteltabelle, 10. Aufl. Leipzig 1932. — Siebeck, R.: Die funktionelle Bedeutung der Atemmechanik und die Lungenventilation bei kardialer Dyspnoe. Dtsch. Arch. klin. Med. **107** (1912). — Staehelin, R. u. A. Schütze: Spirographische Untersuchungen an Gesunden, Emphysematikern und Asthmatikern. Z. klin. Med. **1912**, Nr 75. — Wenckebach, K. F.: Über pathologische Atmungs- und Thoraxformen. Wien. Arch. inn. Med. **1**, H. 1 (1920).

Herrn Professor Dr. Brugsch bringe ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas, für seine wertvollen Anregungen und für die Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank zum Ausdruck.

## Lebenslauf.

Ich, Gerhard Rohrwasser, wurde am 19. Mai 1908 in Halle a. S. als Sohn des Oberingenieurs Franz Rohrwasser und seiner Ehefrau Dora geb. Heyl geboren. Nach der Reifeprüfung an dem Humanistischen Gymnasium in Ansbach i. B. im März 1928 studierte ich vom Sommersemester 1928 an der Julius Maximilians-Universität zu Würzburg, an der Ruprecht Karls-Universität zu Heidelberg und an der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg Medizin. Die ärztliche Vorprüfung legte ich im Februar 1931 an der Universität Würzburg und die ärztliche Prüfung am 7. Dezember 1933 an der Universität Halle ab. Die Approbation erhielt ich am 1. Januar 1935.

Meine akademischen Lehrer an der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg waren die Herren Professoren bzw. Privatdozenten Brandt, Brugsch, Clausen, Eckert-Möbius, Goebel, Grouven, Grund, Grunke, Grüneberg, Haring, Hauptmann, Hülse, Kochmann, Lindemann, Loeffler, Nüssmann, Nürnberger, Schaetz, Schmidt, Stieda, Stieve, Velhagen, Voelcker, Vorkastner, Walcher, Wätjen.